

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-121598

(43)公開日 平成11年(1999)4月30日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	F I
H 0 1 L 21/68		H 0 1 L 21/68 R
C 0 4 B 41/87		C 0 4 B 41/87 Z
	41/88	41/88 U
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205 B
21/3065		21/302
		審査請求 未請求 請求項の数158 O L (全 46 頁)

(21)出願番号 特願平9-258229

(22)出願日 平成9年(1997)9月24日

(31)優先権主張番号 特願平9-15386

(32)優先日 平9(1997)1月29日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(31)優先権主張番号 特願平9-118582

(32)優先日 平9(1997)5月9日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(31)優先権主張番号 特願平9-218832

(32)優先日 平9(1997)8月13日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 門村 新吾

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 高津 恵

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 平野 信介

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 弁理士 山本 孝久

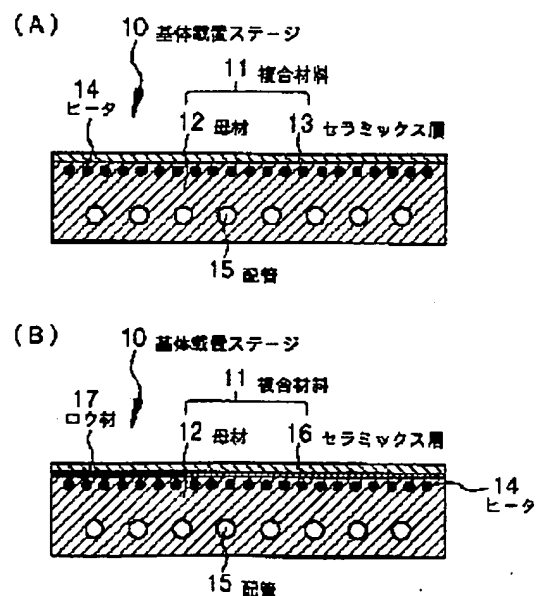
(54)【発明の名称】 複合材料及びその製造方法、基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法、並びに基体処理方法

(57)【要約】

【課題】材料間の熱膨張の相違に起因した損傷発生を回避でき、高温での使用に十分耐えることができる複合材料を用いた基体処理装置を提供する。

【解決手段】基体処理するための基体処理装置は、その一部(例えば基体載置ステージ10)が、例えばコージエライトセラミックス、窒化アルミニウム、炭化珪素から成るセラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料(例えば、アルミニウムあるいはアルミニウムと珪素)が充填された母材12と、該母材12の表面に設けられたセラミックス層(例えば $Al_2O_3$ や $AlN$ から成る)13とから成る複合材料11から構成されている。

【図1】 【発明の実施の形態1】



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成ることを特徴とする複合材料。

【請求項2】母材の線膨張率を $\alpha_1$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足することを特徴とする請求項1に記載の複合材料。

【請求項3】母材を構成するセラミックス部材の組成はコージエライトセラミックスであり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ であることを特徴とする請求項2に記載の複合材料。

【請求項4】 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように、コージエライトセラミックスとアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項3に記載の複合材料。

【請求項5】コージエライトセラミックス／アルミニウム系材料の容積比は25／75乃至75／25であることを特徴とする請求項3に記載の複合材料。

【請求項6】アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積％含まれていることを特徴とする請求項3に記載の複合材料。

【請求項7】セラミックス部材は、コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物の焼成体であることを特徴とする請求項3に記載の複合材料。

【請求項8】焼成体におけるコージエライトセラミックス繊維の割合は1乃至20体積％であることを特徴とする請求項7に記載の複合材料。

【請求項9】コージエライトセラミックス粉末の平均粒径は1乃至100 $\mu m$ であり、コージエライトセラミックス繊維の平均直径は2乃至10 $\mu m$ であり、平均長さは0.1乃至10mmであることを特徴とする請求項7に記載の複合材料。

【請求項10】セラミックス部材の空孔率は25乃至75％であることを特徴とする請求項7に記載の複合材料。

【請求項11】母材を構成するセラミックス部材の組成は窒化アルミニウムであり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム又はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであることを特徴とする請求項2に記載の複合材料。

【請求項12】 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように、窒化アルミニウムとアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項11に記載の複合材料。

【請求項13】窒化アルミニウム／アルミニウム系材料の容積比は40／60乃至80／20であることを特徴

とする請求項11に記載の複合材料。

【請求項14】母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、該アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積％含まれていることを特徴とする請求項11に記載の複合材料。

【請求項15】母材を構成するセラミックス部材の組成は炭化ケイ素であり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム又はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであることを特徴とする請求項2に記載の複合材料。

【請求項16】 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように、炭化ケイ素とアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項15に記載の複合材料。

【請求項17】炭化ケイ素／アルミニウム系材料の容積比は40／60乃至80／20であることを特徴とする請求項15に記載の複合材料。

【請求項18】母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、該アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積％含まれていることを特徴とする請求項15に記載の複合材料。

【請求項19】セラミックス層は、溶射法にて母材の表面に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の複合材料。

【請求項20】セラミックス層は、ロウ付け法にて母材の表面に取り付けられていることを特徴とする請求項1に記載の複合材料。

【請求項21】(A)セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、

(B)該母材の表面にセラミックス層を設ける工程、から成ることを特徴とする複合材料の製造方法。

【請求項22】工程(A)は、容器の中に多孔質のコージエライトセラミックスを組成としたセラミックス部材を配し、該容器内に溶融したアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鑄造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成ることを特徴とする請求項21に記載の複合材料の製造方法。

【請求項23】母材の線膨張率を $\alpha_1$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕が $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように、コージエライトセラミックスとアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項22に記載の複合材料の製造方法。

【請求項24】コージエライトセラミックス／アルミニウム系材料の容積比は25／75乃至75／25であることを特徴とする請求項22に記載の複合材料の製造方

法。

【請求項25】アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積%含まれていることを特徴とする請求項22に記載の複合材料の製造方法。

【請求項26】セラミックス部材は、コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物を焼成することにより作製されることを特徴とする請求項22に記載の複合材料の製造方法。

【請求項27】焼成体におけるコージエライトセラミックス繊維の割合は1乃至20体積%であることを特徴とする請求項26に記載の複合材料の製造方法。

【請求項28】コージエライトセラミックス粉末の平均粒径は1乃至100 $\mu$ mであり、コージエライトセラミックス繊維の平均直径は2乃至10 $\mu$ mであり、平均長さは0.1乃至10mmであることを特徴とする請求項26に記載の複合材料の製造方法。

【請求項29】コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物を800乃至1200 $^{\circ}$ Cにて焼成することを特徴とする請求項26に記載の複合材料の製造方法。

【請求項30】セラミックス部材の空孔率は25乃至75%であることを特徴とする請求項26に記載の複合材料の製造方法。

【請求項31】容器内に溶融したアルミニウム系材料を流し込む際のセラミックス部材の温度を500乃至1000 $^{\circ}$ Cとし、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する際に加える絶対圧を200乃至1500kgf/cm $^2$ とすることを特徴とする請求項22に記載の複合材料の製造方法。

【請求項32】工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、窒化アルミニウム粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成ることを特徴とする請求項21に記載の複合材料の製造方法。

【請求項33】母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位: 10 $^{-6}$ /K] としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位: 10 $^{-6}$ /K] が  $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$  を満足するように、窒化アルミニウム粒子とアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項32に記載の複合材料の製造方法。

【請求項34】窒化アルミニウム粒子/アルミニウム系材料の容積比は40/60乃至80/20であることを特徴とする請求項32に記載の複合材料の製造方法。

【請求項35】窒化アルミニウム粒子の平均粒径は10乃至100 $\mu$ mであることを特徴とする請求項32に記載の複合材料の製造方法。

【請求項36】母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、該アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積%含まれていることを

特徴とする請求項32に記載の複合材料の製造方法。

【請求項37】工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、炭化ケイ素粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成ることを特徴とする請求項21に記載の複合材料の製造方法。

【請求項38】工程(A)は、容器の中に炭化ケイ素を組成としたセラミックス部材を配し、該容器内に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成ることを特徴とする請求項21に記載の複合材料の製造方法。

【請求項39】容器内に溶融したアルミニウム系材料を流し込む際のセラミックス部材の温度を500乃至1000 $^{\circ}$ Cとし、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する際に加える絶対圧を200乃至1500kgf/cm $^2$ とすることを特徴とする請求項38に記載の複合材料の製造方法。

【請求項40】母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位: 10 $^{-6}$ /K] としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位: 10 $^{-6}$ /K] が  $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$  を満足するように、炭化ケイ素とアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項37又は請求項38に記載の複合材料の製造方法。

【請求項41】炭化ケイ素/アルミニウム系材料の容積比は40/60乃至80/20であることを特徴とする請求項37又は請求項38に記載の複合材料の製造方法。

【請求項42】炭化ケイ素粒子の平均粒径は1乃至100 $\mu$ mであることを特徴とする請求項37又は請求項38に記載の複合材料の製造方法。

【請求項43】母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、該アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積%含まれていることを特徴とする請求項37又は請求項38に記載の複合材料の製造方法。

【請求項44】セラミックス層を構成する材料はAl $_2$ O $_3$ 又は窒化アルミニウムであり、工程(B)は、セラミックス層を溶射法にて母材の表面に形成する工程から成ることを特徴とする請求項21に記載の複合材料の製造方法。

【請求項45】セラミックス層を構成する材料はAl $_2$ O $_3$ 又は窒化アルミニウムであり、工程(B)は、セラミックス層をロウ付け法にて母材の表面に取り付ける工程から成ることを特徴とする請求項21に記載の複合材料の製造方法。

【請求項46】基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料であって、

セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成ることを特徴とする複合材料。

【請求項47】基体処理装置においては、基体に対してプラズマエッチング処理、プラズマCVD処理、若しくはスパッタ処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージであることを特徴とする請求項46に記載の複合材料。

【請求項48】基体処理装置においては、基体に対してプラズマエッチング処理若しくはプラズマCVD処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、基体処理装置の側壁及び／又は天板であることを特徴とする請求項46に記載の複合材料。

【請求項49】基体処理装置においては、基体に対してプラズマエッチング処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、平行平板の上部対向電極であることを特徴とする請求項46に記載の複合材料。

【請求項50】母材の線膨張率を $\alpha_1$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足することを特徴とする請求項46に記載の複合材料。

【請求項51】母材を構成するセラミックス部材の組成はコージエライトセラミックスであり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ であることを特徴とする請求項50に記載の複合材料。

【請求項52】 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように、コージエライトセラミックスとアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項51に記載の複合材料。

【請求項53】コージエライトセラミックス／アルミニウム系材料の容積比は25／75乃至75／25であることを特徴とする請求項51に記載の複合材料。

【請求項54】アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積％含まれていることを特徴とする請求項51に記載の複合材料。

【請求項55】セラミックス部材は、コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物の焼成体であることを特徴とする請求項51に記載の複合材料。

【請求項56】焼成体におけるコージエライトセラミックス繊維の割合は1乃至20体積％であることを特徴とする請求項55に記載の複合材料。

【請求項57】コージエライトセラミックス粉末の平均粒径は1乃至100 $\mu m$ であり、コージエライトセラミ

ックス繊維の平均直径は2乃至10 $\mu m$ であり、平均長さは0.1乃至10mmであることを特徴とする請求項55に記載の複合材料。

【請求項58】セラミックス部材の空孔率は25乃至75％であることを特徴とする請求項55に記載の複合材料。

【請求項59】母材を構成するセラミックス部材の組成は窒化アルミニウムであり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム又はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであることを特徴とする請求項50に記載の複合材料。

【請求項60】 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように、窒化アルミニウムとアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項59に記載の複合材料。

【請求項61】窒化アルミニウム／アルミニウム系材料の容積比は40／60乃至80／20であることを特徴とする請求項59に記載の複合材料。

【請求項62】母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、該アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積％含まれていることを特徴とする請求項59に記載の複合材料。

【請求項63】母材を構成するセラミックス部材の組成は炭化ケイ素であり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム又はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであることを特徴とする請求項50に記載の複合材料。

【請求項64】 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように、炭化ケイ素とアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項63に記載の複合材料。

【請求項65】炭化ケイ素／アルミニウム系材料の容積比は40／60乃至80／20であることを特徴とする請求項63に記載の複合材料。

【請求項66】母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、該アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積％含まれていることを特徴とする請求項63に記載の複合材料。

【請求項67】セラミックス層は、溶射法にて母材の表面に形成されていることを特徴とする請求項46に記載の複合材料。

【請求項68】セラミックス層は、ロウ付け法にて母材の表面に取り付けられていることを特徴とする請求項46に記載の複合材料。

【請求項69】基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料の製造方法であって、

(A)セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニ

ウム系材料が充填された母材を作製する工程と、  
(B) 該母材の表面にセラミックス層を設ける工程、から成ることを特徴とする複合材料の製造方法。

【請求項70】基体処理装置においては、基体に対してプラズマエッチング処理、プラズマCVD処理、若しくはスパッタ処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージであることを特徴とする請求項69に記載の複合材料の製造方法。

【請求項71】基体処理装置においては、基体に対してプラズマエッチング処理若しくはプラズマCVD処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、基体処理装置の側壁及び／又は天板であることを特徴とする請求項69に記載の複合材料の製造方法。

【請求項72】基体処理装置においては、基体に対してプラズマエッチング処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、平行平板の上部対向電極であることを特徴とする請求項69に記載の複合材料の製造方法。

【請求項73】工程(A)は、容器の中に多孔質のコージエライトセラミックスを組成としたセラミックス部材を配し、該容器内に溶融したアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成ることを特徴とする請求項69に記載の複合材料の製造方法。

【請求項74】母材の線膨張率を $\alpha_1$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕が $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足するように、コージエライトセラミックスとアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項73に記載の複合材料の製造方法。

【請求項75】コージエライトセラミックス／アルミニウム系材料の容積比は25／75乃至75／25であることを特徴とする請求項73に記載の複合材料の製造方法。

【請求項76】アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積％含まれていることを特徴とする請求項73に記載の複合材料の製造方法。

【請求項77】セラミックス部材は、コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物を焼成することにより作製されることを特徴とする請求項73に記載の複合材料の製造方法。

【請求項78】焼成体におけるコージエライトセラミックス繊維の割合は1乃至20体積％であることを特徴とする請求項77に記載の複合材料の製造方法。

【請求項79】コージエライトセラミックス粉末の平均粒径は1乃至100 $\mu m$ であり、コージエライトセラミ

ックス繊維の平均直径は2乃至10 $\mu m$ であり、平均長さは0.1乃至10mmであることを特徴とする請求項77に記載の複合材料の製造方法。

【請求項80】コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物を800乃至1200 $^{\circ}C$ にて焼成することを特徴とする請求項77に記載の複合材料の製造方法。

【請求項81】セラミックス部材の空孔率は25乃至75％であることを特徴とする請求項77に記載の複合材料の製造方法。

【請求項82】容器内に溶融したアルミニウム系材料を流し込む際のセラミックス部材の温度を500乃至1000 $^{\circ}C$ とし、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する際に加える絶対圧を200乃至1500kgf/cm<sup>2</sup>とすることを特徴とする請求項73に記載の複合材料の製造方法。

【請求項83】工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、窒化アルミニウム粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成ることを特徴とする請求項69に記載の複合材料の製造方法。

【請求項84】母材の線膨張率を $\alpha_1$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕が $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足するように、窒化アルミニウム粒子とアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項83に記載の複合材料の製造方法。

【請求項85】窒化アルミニウム粒子／アルミニウム系材料の容積比は40／60乃至80／20であることを特徴とする請求項83に記載の複合材料の製造方法。

【請求項86】窒化アルミニウム粒子の平均粒径は10乃至100 $\mu m$ であることを特徴とする請求項83に記載の複合材料の製造方法。

【請求項87】母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、該アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積％含まれていることを特徴とする請求項83に記載の複合材料の製造方法。

【請求項88】工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、炭化ケイ素粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成ることを特徴とする請求項69に記載の複合材料の製造方法。

【請求項89】工程(A)は、容器の中に炭化ケイ素を組成としたセラミックス部材を配し、該容器内に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成ることを特徴とする請求項69に記載の複合材料の

製造方法。

【請求項90】容器内に溶融したアルミニウム系材料を流し込む際のセラミックス部材の温度を500乃至1000℃とし、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する際に加える絶対圧を200乃至1500kgf/cm<sup>2</sup>とすることを特徴とする請求項89に記載の複合材料の製造方法。

【請求項91】母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]が $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足するように、炭化ケイ素とアルミニウム系材料との容積比を決定することを特徴とする請求項88又は請求項89に記載の複合材料の製造方法。

【請求項92】炭化ケイ素/アルミニウム系材料の容積比は40/60乃至80/20であることを特徴とする請求項88又は請求項89に記載の複合材料の製造方法。

【請求項93】炭化ケイ素粒子の平均粒径は1乃至100μmであることを特徴とする請求項88又は請求項89に記載の複合材料の製造方法。

【請求項94】母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、該アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積%含まれていることを特徴とする請求項88又は請求項89に記載の複合材料の製造方法。

【請求項95】セラミックス層を構成する材料はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>又は窒化アルミニウムであり、工程(B)は、セラミックス層を溶射法にて母材の表面に形成する工程から成ることを特徴とする請求項69に記載の複合材料の製造方法。

【請求項96】セラミックス層を構成する材料はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>又は窒化アルミニウムであり、工程(B)は、セラミックス層をロウ付け法にて母材の表面に取り付ける工程から成ることを特徴とする請求項69に記載の複合材料の製造方法。

【請求項97】基体を処理するための基体処理装置であって、該基体処理装置の一部は、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から構成されていることを特徴とする基体処理装置。

【請求項98】基体処理装置において、基体に対してプラズマエッチング処理、プラズマCVD処理、若しくはスパッタ処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージであることを特徴とする請求項97に記載の基体処理装置。

【請求項99】基体載置ステージを電極として用い、セラミックス層は静電チャック機能を有することを特徴と

する請求項98に記載の基体処理装置。

【請求項100】基体載置ステージには温度制御手段が配設され、該温度制御手段はヒータから構成されていることを特徴とする請求項98に記載の基体処理装置。

【請求項101】ヒータは母材の内部に配設されており、

母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_n$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_n \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することを特徴とする請求項100に記載の基体処理装置。

【請求項102】温度制御手段は、母材の内部に配設された温度制御用熱媒体を流す配管から更に構成されており、

母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]としたとき、配管の線膨張率 $\alpha_p$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_p \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することを特徴とする請求項100に記載の基体処理装置。

【請求項103】基体処理装置において、基体に対してプラズマエッチング処理若しくはプラズマCVD処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、基体処理装置の側壁及び/又は天板であることを特徴とする請求項97に記載の基体処理装置。

【請求項104】基体処理装置の側壁及び/又は天板にはヒータが配設されていることを特徴とする請求項103に記載の基体処理装置。

【請求項105】ヒータは母材の内部に配設されており、

母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_n$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_n \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することを特徴とする請求項104に記載の基体処理装置。

【請求項106】基体処理装置において、基体に対してプラズマエッチング処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、基体処理装置内に配設された平行平板の上部対向電極であることを特徴とする請求項97に記載の基体処理装置。

【請求項107】上部対向電極にはヒータが配設されていることを特徴とする請求項106に記載の基体処理装置。

【請求項108】ヒータは母材の内部に配設されており、

母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_n$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_n \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することを特徴とする請求項107に記載の基体処理装置。

【請求項109】母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K]は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することを特徴とする請求項97に記載の基体処理

装置。

【請求項110】母材を構成するセラミックス部材の組成はコージエライトセラミックスであり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ であることを特徴とする請求項109に記載の基体処理装置。

【請求項111】母材を構成するセラミックス部材の組成は窒化アルミニウムであり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム又はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであることを特徴とする請求項109に記載の基体処理装置。

【請求項112】母材を構成するセラミックス部材の組成は炭化ケイ素であり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム又はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであることを特徴とする請求項109に記載の基体処理装置。

【請求項113】セラミックス層は、溶射法にて母材の表面に形成されていることを特徴とする請求項109に記載の基体処理装置。

【請求項114】セラミックス層は、ロウ付け法にて母材の表面に取り付けられていることを特徴とする請求項109に記載の基体処理装置。

【請求項115】基体を処理するための基体処理装置の作製方法であって、

該基体処理装置の一部は、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から構成されており、  
該複合材料を、

(A) セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、

(B) 該母材の表面にセラミックス層を設ける工程、に基づき作製することを特徴とする基体処理装置の作製方法。

【請求項116】工程(A)は、容器の中に多孔質のコージエライトセラミックスを組成としたセラミックス部材を配し、該容器内に溶融したアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鑄造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成ることを特徴とする請求項115に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項117】工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、窒化アルミニウム粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素を組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成ることを特徴とする請求項115に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項118】工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、炭化ケイ素粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素を組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成ることを特徴とする請求項115に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項119】工程(A)は、容器の中に炭化ケイ素を組成としたセラミックス部材を配し、該容器内に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素を組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鑄造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成ることを特徴とする請求項115に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項120】セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであり、  
工程(B)は、セラミックス層を溶射法にて母材の表面に形成する工程から成ることを特徴とする請求項115に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項121】セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであり、  
工程(B)は、セラミックス層をロウ付け法にて母材の表面に取り付ける工程から成ることを特徴とする請求項115に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項122】母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することを特徴とする請求項115に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項123】基体処理装置において、基体に対してプラズマエッチング処理、プラズマCVD処理、若しくはスパッタ処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージであることを特徴とする請求項115に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項124】基体処理装置において、基体に対してプラズマエッチング処理若しくはプラズマCVD処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、基体処理装置の側壁及び/又は天板であることを特徴とする請求項115に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項125】基体処理装置において、基体に対してプラズマエッチング処理が行われ、

複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、基体処理装置内に配設された平行平板の上部対向電極であることを特徴とする請求項115に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項126】静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージであって、

セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填

された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から構成されていることを特徴とする基体載置ステージ。

【請求項127】基体載置ステージを電極として用い、セラミックス層は静電チャック機能を有することを特徴とする請求項126に記載の基体載置ステージ。

【請求項128】温度制御手段が配設され、該温度制御手段はヒータから構成されていることを特徴とする請求項126に記載の基体載置ステージ。

【請求項129】ヒータは母材の内部に配設されており、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_H \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することを特徴とする請求項128に記載の基体載置ステージ。

【請求項130】温度制御手段は、母材の内部に配設された温度制御用熱媒体を流す配管から更に構成されており、

母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、配管の線膨張率 $\alpha_P$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_P \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することを特徴とする請求項128に記載の基体載置ステージ。

【請求項131】母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することを特徴とする請求項126に記載の基体載置ステージ。

【請求項132】母材を構成するセラミックス部材の組成はコージエライトセラミックスであり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ であることを特徴とする請求項131に記載の基体載置ステージ。

【請求項133】母材を構成するセラミックス部材の組成は窒化アルミニウムであり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム又はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであることを特徴とする請求項131に記載の基体載置ステージ。

【請求項134】母材を構成するセラミックス部材の組成は炭化ケイ素であり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム又はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであることを特徴とする請求項131に記載の基体載置ステージ。

【請求項135】セラミックス層は、溶射法にて母材の表面に形成されていることを特徴とする請求項126に記載の基体載置ステージ。

【請求項136】セラミックス層は、ロウ付け法にて母

材の表面に取り付けられていることを特徴とする請求項126に記載の基体載置ステージ。

【請求項137】静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージの作製方法であって、

基体載置ステージは、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から構成されており、

10 該複合材料を、

(A) セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、

(B) 該母材の表面にセラミックス層を設ける工程、に基づき作製することを特徴とする基体載置ステージの作製方法。

【請求項138】工程(A)は、容器の中に多孔質のコージエライトセラミックスを組成としたセラミックス部材を配し、該容器内に溶融したアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鑄造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成ることを特徴とする請求項137に記載の基体載置ステージの作製方法。

【請求項139】工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、窒化アルミニウム粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素を組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成ることを特徴とする請求項137に記載の基体載置ステージの作製方法。

30 【請求項140】工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、炭化ケイ素粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素を組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成ることを特徴とする請求項137に記載の基体載置ステージの作製方法。

【請求項141】工程(A)は、容器の中に炭化ケイ素を組成としたセラミックス部材を配し、該容器内に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素を組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鑄造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成ることを特徴とする請求項137に記載の基体載置ステージの作製方法。

【請求項142】セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであり、工程(B)は、セラミックス層を溶射法にて母材の表面に形成する工程から成ることを特徴とする請求項137に記載の基体処理装置の作製方法。

【請求項143】セラミックス層を構成する材料は $Al_2O_3$ 又は窒化アルミニウムであり、工程(B)は、セラミックス層をロウ付け法にて母材の

50



表面に取り付ける工程から成ることを特徴とする請求項137に記載の基体載置ステージの作製方法。

【請求項144】母材の線膨張率を $\alpha_1$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足することを特徴とする請求項137に記載の基体載置ステージの作製方法。

【請求項145】基体进行处理するための基体処理装置を用いた基体処理方法であって、  
該基体処理装置は基体載置ステージを備え、  
該基体載置ステージは、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から作製され、そして、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えており、  
静電チャック機能によって該基体載置ステージ上に基体を固定し、基体載置ステージの温度を温度制御手段によって制御した状態で、基体に対して処理を行うことを特徴とする基体処理方法。

【請求項146】基体に対する処理はプラズマエッチング処理であることを特徴とする請求項145に記載の基体処理方法。

【請求項147】基体に対する処理はプラズマCVD処理であることを特徴とする請求項145に記載の基体処理方法。

【請求項148】基体に対する処理はスパッタ処理であることを特徴とする請求項145に記載の基体処理方法。

【請求項149】スパッタ処理には、基体のソフトエッチング処理が含まれることを特徴とする請求項148に記載の基体処理方法。

【請求項150】基体載置ステージには温度制御手段が配設され、該温度制御手段はヒータから構成されていることを特徴とする請求項145に記載の基体処理方法。

【請求項151】ヒータは母材の内部に配設されていることを特徴とする請求項150に記載の基体処理方法。

【請求項152】温度制御手段は、更に、温度制御用熱媒体を流す配管から構成されていることを特徴とする請求項150に記載の基体処理方法。

【請求項153】側壁及び／又は天板が、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から作製された、基体进行处理するための基体処理装置を用いた基体処理方法であって、  
該基体処理装置内に基体を収納し、基体に対してプラズマエッチング処理又はプラズマCVD処理を行うことを特徴とする基体処理方法。

【請求項154】側壁及び／又は天板には温度制御手段が配設され、該温度制御手段はヒータから構成されていることを特徴とする請求項153に記載の基体処理方

法。

【請求項155】ヒータは母材の内部に配設されていることを特徴とする請求項154に記載の基体処理方法。

【請求項156】基体进行处理するための基体処理装置を用いた基体処理方法であって、

該基体処理装置は、下部電極を兼ねた基体載置ステージ、及び上部対向電極を備え、

該上部対向電極は、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から作製され、

該基体載置ステージ上に基体を載置した状態で、基体に対してプラズマエッチング処理を行うことを特徴とする基体処理方法。

【請求項157】上部対向電極には温度制御手段が配設され、該温度制御手段はヒータから構成されていることを特徴とする請求項156に記載の基体処理方法。

【請求項158】ヒータは母材の内部に配設されていることを特徴とする請求項157に記載の基体処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複合材料及びその製造方法、基体処理装置及びその製造方法、基体載置ステージ及びその製造方法、並びに基体処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の超LSIにおいては、数mm角のチップに数百万個以上の素子を集積することが要求されている。そして、超LSIの微細加工を実現するためのドライエッチング技術や、薄膜成膜技術の1つである化学的气相成長法（CVD法）にも一層の高精度化が要求されており、ガスケミストリーやプラズマソース、ウエハ温度制御等に工夫を凝らしたプロセスが提案されている。

【0003】半導体装置の製造においては、プラズマエッチング処理やプラズマCVD処理等、各種の半導体基板やウエハ、あるいはこれらの上に形成された各種の薄膜に対してプラズマ処理を施すプロセスが多く存在する。尚、各種の半導体基板やウエハ、あるいはこれらの上に形成された各種の薄膜を、以下、総称して基体と呼ぶ場合がある。これらのプラズマ処理プロセスにおいては、特にプラズマエッチング処理等において、その加工精度を上げるため、常温乃至0℃以下の低温に基体を保持した状態でのプラズマ処理が採用されつつある。それ故、基体の温度制御や温度管理が重要であることが認識されつつある。

【0004】ところで、近年、半導体装置における多層配線技術の進歩に伴い、例えば配線の低抵抗化のために、あるいは又、耐エレクトロマイグレーション特性向上のために、配線材料として銅（Cu）を用いる要求が

あり、かかる銅から構成された配線材料を適切にドライエッチングする技術の開発が進められている。あるいは又、ギャップフィル技術に高密度プラズマCVD処理を採用する要求がある。そのため、常温乃至低温にてプラズマ処理を行うプロセスだけでなく、基体を高温に保持した状態にてプラズマ処理を行うプロセスについても、その重要度が増している。

【0005】然るに、このような高温でのプラズマ処理においては、エッチング処理における基体に対するイオン衝撃や、ギャップフィルCVD処理における高密度プラズマの基体への照射等に起因して、プラズマから基体へ大きな入熱が生じる。その結果、例えば、基体の温度がプラズマ発生前に比べて40°C程度乃至100°C程度以上も上昇してしまうことがある。従って、基体を保持する基体載置ステージ（例えばウエハステージ）によって基体を加熱し、高温下でプラズマ処理を行うプロセスにおいても、プラズマから基体への入熱の影響を抑え、基体を高い精度で設定温度に制御する技術が重要である。

【0006】また、エッチング装置やCVD装置といった各種基体処理装置におけるプロセス制御パラメータの1つとして、基体処理装置の側壁や天板の制御も重要である。また、エッチング装置における上部対向電極の制御も重要である。これらの装置の側壁や天板、上部対向電極（以下、これらを総称して、側壁等と呼ぶ場合がある）には、エッチング処理やCVD処理において生成した反応物が堆積し易い。このような堆積した反応物が装置の側壁等から剥がれると、パーティクルレベルの悪化に繋がる。あるいは又、酸化膜のエッチング処理時にエッチング装置の側壁等にポリマー等のアリカーサーが堆積すると、側壁等が、恰もフルオロカーボンポリマー前駆体のスカベンジャーとしての役割を果たし、その結果、例えば、プラズマ中の炭素/フッ素の比に変動が生じ、エッチング特性が劣化するという問題も生じる。そのため、側壁等を高温加熱することによって、エッチング装置の側壁等に入射、堆積したアリカーサーを脱離させ、堆積を防ぐ手法が採られている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の技術では、高温下における基体の温度制御は十分なものと云えない。従来の技術においては、プロセス処理中に前述した程度の温度上昇が基体に起こることが当然とされ、このような基体の温度上昇を見込んで予め基体載置ステージの温度を低めに設定している。そして、このような基体の温度上昇を見込んでプロセスを進行させるので、プロセス時間が延長し、スループットが低下したり、温度変化が大きいことによってプロセスの再現性や制御性が低下するなどといった、多くの改善すべき問題が残されている。

【0008】このような問題を解決する手段の1つとし

て、高温に加熱される基体載置ステージの上に静電チャックを搭載することが考えられる。しかしながら、基体載置ステージの上に静電チャックを搭載するためには、加熱された基体載置ステージと静電チャックを構成する誘電体との接合を如何にするかという大きな問題があり、この問題が静電チャックを搭載した基体載置ステージの実用化を阻んできた。即ち、高温加熱仕様の基体載置ステージにおいては、静電チャックを介して基体を基体載置ステージ上に吸着固定した際、基体に効率良く熱を伝えることが必要とされる。従って、基体載置ステージと静電チャックとは、熱伝導の良い状態で接合されていることが必要である。

【0009】ところで、エッチング装置やCVD装置、スパック装置といった基体処理装置における基体載置ステージの材料としては、熱伝導率の高さや加工の行い易さなどから、アルミニウム（Al）が用いられることが多い。尚、アルミニウムの線膨張率は約 $23 \times 10^{-6}/K$ である。また、一般に、静電チャックを構成する誘電体としてはセラミックス材料が用いられている。それ故、基体載置ステージと静電チャックとを直接接合した場合、静電チャックを構成するセラミックス材料と基体載置ステージを構成するアルミニウムとの線膨張率の差に起因して、基体載置ステージの加熱・冷却によってセラミックス材料に割れ等の損傷が生じる結果、静電チャックが破壊されてしまうといった問題がある。

【0010】このため、現在では静電チャックをネジ止め等の方法で基体載置ステージに固定している。しかしながら、このような構造では、基体処理装置内を減圧状態とした場合、静電チャックと基体載置ステージとの接合界面が真空断熱されてしまい、静電チャックを介した基体載置ステージと基体との間の熱交換の効率が悪くなる結果、基体がプラズマから熱を受け、設定温度以上に基体の温度が上昇してしまう。

【0011】また、基体処理装置の側壁等は、通常、ステンレススチールやアルミニウムから作製される。そして、例えばエッチング処理中に、側壁等がプラズマに直接曝されることに起因した金属汚染の発生防止や、ハロゲンガスによる側壁等の腐蝕の発生防止のために、アルミニウムから作製された側壁等の表面に $Al_2O_3$ 層（アルマイト層）を形成している。また、ステンレススチールから側壁が作製されている場合には、 $Al_2O_3$ 製のリフレクターを基体処理装置の内部の側壁近傍に配設している。

【0012】このような状態で基体処理装置の加熱を行うと、側壁等がアルミニウムから作製されている場合、アルミニウムと $Al_2O_3$ の線膨張率の差に起因して、側壁等の表面に形成された $Al_2O_3$ 層に割れ等が生じ易い。また、 $Al_2O_3$ 製のリフレクターを基体処理装置の内部の側壁近傍に配設した場合、基体処理装置の外側からリフレクターを十分に加熱することが困難である。即

ち、リフレクターに入射したプリカーサーをリフレクターから全て離脱させるような温度までリフレクターを加熱することは難しく、高々100°C程度までしかリフレクターを加熱することができない。

【0013】尚、以上においては、専ら半導体装置の製造における各種の問題点を説明したが、これらの問題点を解決し得る技術、即ち、セラミックス材料が表面に形成された金属材料から成る複合材料における材料間の線膨張率差に起因したセラミックス材料の損傷発生や、複合材料を使用する環境における金属汚染の発生や腐蝕発生を、効果的に回避することができる複合材料の提供が、種々の産業分野において強く要求されている。

【0014】従って、本発明の目的は、材料間の熱膨張の相違に起因した損傷発生を回避でき、高温での使用に十分耐えることができ、金属汚染の発生を防止でき、高い耐腐蝕性を有し、例えば基体の高温処理等を可能にする複合材料及びその製造方法、かかる複合材料を用いた基体処理装置及びその製造方法、基体載置ステージ及びその製造方法、並びにかかる基体処理装置を用いた基体処理方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明の複合材料は、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成ることを特徴とする。

【0016】あるいは又、上記の目的を達成するための本発明の複合材料は、基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料であって、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成ることを特徴とする。この場合、基体処理装置においては、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理、プラズマCVD処理、若しくはスパッタ処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージである形態とすることができる。あるいは又、基体処理装置においては、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理若しくはプラズマCVD処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、基体処理装置の側壁及び／又は天板である形態とすることができる。更には、基体処理装置においては、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、平行平板の上部対向電極である形態とすることもできる。

【0017】上記の目的を達成するための本発明の基体を処理するための基体処理装置は、その一部が、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から構成されていることを特徴とする。

【0018】本発明の基体処理装置においては、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理、プラズマCVD処理、若しくはスパッタ処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部を、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージとすることができる。尚、このような基体処理装置を、本発明の第1の態様に係る基体処理装置と呼ぶ場合がある。この場合、基体載置ステージを電極として用いることができ、この際、セラミックス層は静電チャック機能を発揮する。

【0019】本発明の第1の態様に係る基体処理装置においては、基体載置ステージの正確且つ迅速な温度制御のために、基体載置ステージには温度制御手段が配設されていることが好ましく、更には、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。ヒータを複合材料の外部に配設してもよいし、母材の内部に配設してもよく、後者の場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_H \leq$

$(\alpha_1 + 3)$ を満足することが望ましい。尚、ヒータを構成する材料とは、ヒータの母材と接する部分（例えば箱管）を構成する材料を意味する。以下においても同様である。更には、温度制御手段は、母材の内部に配設された温度制御用熱媒体を流す配管から更に構成されていることが好ましい。この場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕としたとき、配管の線膨張率 $\alpha_P$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_P \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することが望ましい。母材の線膨張率 $\alpha_1$ とヒータを構成する材料や配管の線膨張率 $\alpha_H$ 、 $\alpha_P$ とがこれらの関係を満足することによって、セラミックス層に損傷が発生することを効果的に防止することができる。尚、一般に、線膨張率 $\alpha$ は、物体の長さを $L$ 、 $D^\circ C$ における物体の長さを $L_0$ 、 $\theta$ を温度としたとき、 $\alpha = (dL/d\theta)/L_0$ で表すことができ、単位は $K^{-1}$ （ $1/K$ ）であるが、本明細書では、 $10^{-6}/K$ を単位として線膨張率を表現している。以下、線膨張率を説明するとき、単位を省略して説明する場合もある。

【0020】あるいは又、本発明の基体処理装置においては、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理若しくはプラズマCVD処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部を、基体処理装置の側壁及び／又は天板とすることができる。尚、このような基体処理装置を、本発明の第2の態様に係る基体処理装置と呼ぶ場合がある。この場合、基体処理装置の側壁及び／又は天板には温度制御手段が配設されていることが好ましく、更には、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。これによって、例えば、基体処理装置の側壁及び／又は天板の表面に入射したプリカーサーを基体処理装置の側壁及び／又は天板から離脱させるような温度まで、基体処理装置の側壁及び／又は天

板を加熱することが可能となる。尚、ヒータを複合材料の外部に配設してもよいし、母材の内部に配設してもよく、後者の場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_H \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが好ましい。母材の線膨張率 $\alpha_1$ とヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$ とがこの関係を満足することによって、セラミックス層に損傷が発生することを効果的に防止することができる。

【0021】あるいは又、本発明の基体処理装置においては、基体処理装置において、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部を、基体処理装置内に配設された平行平板の上部対向電極とすることができ、尚、このような基体処理装置を、本発明の第3の態様に係る基体処理装置と呼ぶ場合がある。この場合、上部対向電極には温度制御手段が配設されていることが好ましく、更には、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。これによって、例えば、上部対向電極の表面に入射したアプリケーションを上部対向電極から離脱させるような温度まで、上部対向電極を加熱することが可能となる。ヒータを複合材料の外部に配設してもよいし、母材の内部に配設してもよく、後者の場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_H \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが好ましい。母材の線膨張率 $\alpha_1$ とヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$ とがこの関係を満足することによって、セラミックス層に損傷が発生することを効果的に防止することができる。

【0022】尚、基体処理装置において、基体に対してプラズマエッチング処理を行う場合には、第1の態様に係る基体処理装置と第2の態様に係る基体処理装置の組み合わせ、第1の態様に係る基体処理装置と第3の態様に係る基体処理装置の組み合わせ、第2の態様に係る基体処理装置と第3の態様に係る基体処理装置の組み合わせ、第1の態様に係る基体処理装置と第2の態様に係る基体処理装置と第3の態様に係る基体処理装置の組み合わせとすることもできる。また、基体処理装置において、基体に対してプラズマCVD処理を行う場合には、第1の態様に係る基体処理装置と第2の態様に係る基体処理装置の組み合わせとすることもできる。

【0023】上記の目的を達成するための本発明の静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージは、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から構成されていることを特徴とする。

【0024】本発明の基体載置ステージにおいては、基体載置ステージを電極として用いることができ、この

際、セラミックス層は静電チャック機能を発揮する。尚、温度制御を正確且つ迅速に行うために、温度制御手段が配設されていることが好ましく、更には、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。ヒータを複合材料の外部に配設してもよいし、母材の内部に配設してもよく、後者の場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_H \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが望ましい。更には、母材の内部に配設された温度制御用熱媒体を流す配管から更に構成されていることが好ましい。尚、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、配管の線膨張率 $\alpha_P$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_P \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが望ましい。

【0025】本発明の複合材料、基体処理装置あるいは基体載置ステージにおいては、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが好ましい。 $\alpha_1$ 及び $\alpha_2$ の関係をこのような関係にすることによって、母材が加熱・冷却されたとき、母材の線膨張率 $\alpha_1$ とセラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ との差に起因してセラミックス層にクラック等の損傷が発生することを確実に防止することができる。

【0026】この場合、母材を構成するセラミックス部材の組成をコージエライトセラミックスとし、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム(A1)及びケイ素(Si)とし、セラミックス層を構成する材料を $Al_2O_3$ とすることができ、セラミックス層を構成する材料には、セラミックス層の線膨張率や電気特性を調整するために、例えば、 $TiO_2$ を添加してもよい。 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように、コージエライトセラミックスとアルミニウム系材料との容積比を決定することが望ましい。あるいは又、コージエライトセラミックス/アルミニウム系材料の容積比を、25/75乃至75/25、好ましくは25/75乃至50/50とすることが望ましい。このような容積比にすることによって、母材の線膨張率の制御だけでなく、母材は、純粋なセラミックスの電気伝導度や熱伝導度よりも金属に近づいた値を有するようになる。その結果、このような母材には、電圧の印加は勿論のこと、バイアスの印加も可能となる。更には、アルミニウム系材料を基準としたとき、アルミニウム系材料には、ケイ素が12乃至35体積%、好ましくは16乃至35体積%、一層好ましくは20乃至35体積%含まれていることが、 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足する上で望ましい。尚、実際には、セラミックス部材の組織中にアルミニウム(A1)及びケイ素(Si)が充填され、アルミニウム(A1)中にケイ素(Si)が含まれているわけではないが、アルミニウム系材料におけるアルミ

ニウム (Al) とケイ素 (Si) の容積比を表すために、アルミニウム系材料にはケイ素が含まれているという表現を用いる。以下においても同様である。

【0027】尚、セラミックス部材は、コージエライトセラミックス粉末の焼成体（焼結体）とすることもできるが、コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物の焼成体（焼結体）であることが、多孔質のセラミックス部材を得る上で、また、母材作製の際にセラミックス部材に損傷が発生することを防ぐ上で、好ましい。後者の場合、焼成体におけるコージエライトセラミックス繊維の割合は、1乃至20体積％、好ましくは1乃至10体積％、一層好ましくは1乃至5体積％であることが望ましい。また、コージエライトセラミックス粉末の平均粒径は1乃至100 $\mu$ m、好ましくは5乃至50 $\mu$ m、一層好ましくは5乃至10 $\mu$ mであり、コージエライトセラミックス繊維の平均直径は2乃至10 $\mu$ m、好ましくは3乃至5 $\mu$ mであり、平均長さは0.1乃至10mm、好ましくは1乃至2mmであることが望ましい。更には、セラミックス部材の空孔率は、25乃至75％、好ましくは50乃至75％であることが望ましい。

【0028】あるいは又、母材を構成するセラミックス部材の組成を窒化アルミニウム (AlN) とし、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム (Al) 又はアルミニウム (Al) とケイ素 (Si) とし、セラミックス層を構成する材料を  $Al_2O_3$  又は窒化アルミニウム (AlN) とすることができる。尚、セラミックス層を構成する材料には、セラミックス層の線膨張率や電気特性を調整するために、例えば、 $TiO_2$  を添加してもよい。この場合、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$  を満足するように、窒化アルミニウムとアルミニウム系材料との容積比を決定することが好ましい。あるいは又、窒化アルミニウム／アルミニウム系材料の容積比を、40／60乃至80／20、好ましくは60／40乃至70／30とすることが望ましい。このような容積比にすることによって、母材の線膨張率の制御だけでなく、母材は、純粋なセラミックスの電気伝導度や熱伝導度よりも金属に近づいた値を有するようになり、このような母材には電圧の印加は勿論のこと、バイアスの印加も可能となる。尚、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素とする場合、アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積％、好ましくは16乃至35体積％、一層好ましくは20乃至35体積％含まれていることが、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$  を満足する上で望ましい。

【0029】あるいは又、母材を構成するセラミックス部材の組成を炭化ケイ素 (SiC) とし、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム (Al) 又はアルミニウム (Al) とケイ素 (Si) とし、セラミックス層を構成する材料を  $Al_2O_3$  又は窒化アルミニウ

ム (AlN) とすることができる。尚、セラミックス層を構成する材料には、セラミックス層の線膨張率や電気特性を調整するために、例えば、 $TiO_2$  を添加してもよい。この場合、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$  を満足するように、炭化ケイ素とアルミニウム系材料との容積比を決定することが好ましい。あるいは又、炭化ケイ素／アルミニウム系材料の容積比を、40／60乃至80／20、好ましくは60／40乃至70／30とすることが望ましい。このような容積比にすることによって、母材の線膨張率の制御だけでなく、母材は、純粋なセラミックスの電気伝導度や熱伝導度よりも金属に近づいた値を有するようになり、このような母材には電圧の印加は勿論のこと、バイアスの印加も可能となる。尚、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素とする場合、アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積％、好ましくは16乃至35体積％、一層好ましくは20乃至35体積％含まれていることが、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$  を満足する上で望ましい。

【0030】本発明の複合材料、基体処理装置あるいは基体載置ステージにおいては、セラミックス層は、溶射法にて母材の表面に形成されており、あるいは又、ロウ付け法にて母材の表面に取り付けられていることが好ましい。

【0031】上記の目的を達成するための本発明の複合材料の製造方法は、(A) セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、(B) 該母材の表面にセラミックス層を設ける工程、から成ることを特徴とする。

【0032】あるいは又、上記の目的を達成するための本発明の複合材料の製造方法は、基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料の製造方法であって、(A) セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、

(B) 該母材の表面にセラミックス層を設ける工程、から成ることを特徴とする。尚、基体処理装置においては、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理、プラズマCVD処理、若しくはスパッタ処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージである態様、あるいは、基体処理装置においては、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理若しくはプラズマCVD処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、基体処理装置の側壁及び／又は天板である態様、更には、基体処理装置においては、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、平行平板の上部対向電極である態様を挙げる

ことができる。

【0033】上記の目的を達成するための本発明の基体処理装置の作製方法は、基体処理するための基体処理装置の作製方法であって、該基体処理装置の一部は、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から構成されており、該複合材料を、(A)セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、  
(B)該母材の表面にセラミックス層を設ける工程、に基づき作製することを特徴とする。

【0034】本発明の基体処理装置の作製方法にあっては、基体処理装置において、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理、プラズマCVD処理、若しくはスパッタ処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージである態様とすることができる。尚、このような基体処理装置の作製方法を、本発明の第1の態様に係る基体処理装置の作製方法と呼ぶ場合がある。この場合、基体載置ステージを電極として用いることができ、セラミックス層は静電チャック機能を発揮する。

【0035】本発明の第1の態様に係る基体処理装置の作製方法においては、基体載置ステージに温度制御手段を配設することが好ましく、更には、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。ヒータを複合材料の外部に配設してもよいし、母材の内部に配設してもよく、後者の場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_H \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが望ましい。更には、温度制御手段は、母材の内部に配設された温度制御用熱媒体を流す配管から更に構成されていることが好ましい。この場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、配管の線膨張率 $\alpha_P$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_P \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが望ましい。

【0036】あるいは又、本発明の基体処理装置の作製方法においては、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理若しくはプラズマCVD処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部を、基体処理装置の側壁及び/又は天板とすることができる。尚、このような基体処理装置の作製方法を、本発明の第2の態様に係る基体処理装置の作製方法と呼ぶ場合がある。この場合、基体処理装置の側壁及び/又は天板に温度制御手段を配設することが好ましく、更には、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。ヒータを複合材料の外部に配設してもよいし、母材の内部に配設してもよく、後者の場合、母材の線膨張率を $\alpha$

1 [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_H \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが好ましい。

【0037】あるいは又、本発明の基体処理装置の作製方法においては、基体処理装置において、例えば、基体に対してプラズマエッチング処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部を、基体処理装置内に配設された平行平板の上部対向電極とすることができ、尚、このような基体処理装置の作製方法を、本発明の第3の態様に係る基体処理装置の作製方法と呼ぶ場合がある。この場合、上部対向電極に温度制御手段を配設することが好ましく、更には、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。ヒータを複合材料の外部に配設してもよいし、母材の内部に配設してもよく、後者の場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_H \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが好ましい。

【0038】基体処理装置において、基体に対してプラズマエッチング処理を行う場合には、第1の態様に係る基体処理装置の作製方法と第2の態様に係る基体処理装置の作製方法の組み合わせ、第1の態様に係る基体処理装置の作製方法と第3の態様に係る基体処理装置の作製方法の組み合わせ、第2の態様に係る基体処理装置の作製方法と第3の態様に係る基体処理装置の作製方法の組み合わせ、第1の態様に係る基体処理装置の作製方法と第2の態様に係る基体処理装置の作製方法と第3の態様に係る基体処理装置の作製方法の組み合わせとすることもできる。また、基体処理装置において、基体に対してプラズマCVD処理を行う場合には、第1の態様に係る基体処理装置の作製方法と第2の態様に係る基体処理装置の作製方法の組み合わせとすることもできる。

【0039】上記の目的を達成するための本発明の基体載置ステージの作製方法は、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージの作製方法であって、基体載置ステージは、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から構成されており、該複合材料を、(A)セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、(B)該母材の表面にセラミックス層を設ける工程、に基づき作製することを特徴とする。

【0040】本発明の基体載置ステージの作製方法においては、基体載置ステージを電極として用い、セラミックス層は静電チャック機能を発揮する。尚、温度制御手段が配設されていることが好ましく、更には、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。ヒータを複合材料の外部に配設してもよいし、母材の内

部に配設してもよく、後者の場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、ヒータを構成する材料の線膨張率 $\alpha_H$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_H \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが望ましい。更には、温度制御手段は、母材の内部に配設された温度制御用熱媒体を流す配管から更に構成されていることが好ましい。この場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、配管の線膨張率 $\alpha_P$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]は $(\alpha_1-3) \leq \alpha_P \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが望ましい。

【0041】本発明の複合材料の製造方法、基体処理装置の作製方法、基体載置ステージの作製方法においては、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]が $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足することが望ましい。 $\alpha_1$ 及び $\alpha_2$ の関係をこのようにすることによって、母材が加熱・冷却されたとき、母材の線膨張率 $\alpha_1$ とセラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ の差に起因してセラミックス層にクラック等の損傷が発生することを確実に防止することができる。

【0042】本発明の複合材料の製造方法、基体処理装置の作製方法、基体載置ステージの作製方法においては、工程(A)は、容器の中に多孔質のコージエライトセラミックスを組成としたセラミックス部材を配し、該容器内に溶融したアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鑄造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成ることが好ましい。この場合、セラミックス部材は、例えば、金型プレス成形法、静水圧成形法(CIP法あるいはラバープレス成形法とも呼ばれる)、鑄込み成形法(スリップキャスト法とも呼ばれる)、あるいは泥漿鑄込み成形法によってコージエライトセラミックスを成形した後、焼成を行うことによって得ることができる。

【0043】この場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]が $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように、コージエライトセラミックスとアルミニウム系材料との容積比を決定することが望ましい。あるいは又、コージエライトセラミックス/アルミニウム系材料の容積比は、25/75乃至75/25、好ましくは25/75乃至50/50であることが望ましい。尚、アルミニウム系材料を基準として、アルミニウム系材料にはケイ素が、12乃至35体積%、好ましくは16乃至35体積%、一層好ましくは20乃至35体積%含まれていることが、 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_1 \leq (\alpha_1+3)$ を満足する上で望ましい。

【0044】尚、セラミックス部材を、コージエライトセラミックス粉末を成形した後、焼成することにより作製することができるが、コージエライトセラミックス粉

末とコージエライトセラミックス繊維との混合物を焼成することにより作製することが、多孔質のセラミックス部材を得る上で、また、母材作製の際にセラミックス部材に損傷が発生することを防ぐ上で、好ましい。後者の場合、焼成体におけるコージエライトセラミックス繊維の割合は、1乃至20体積%、好ましくは1乃至10体積%、一層好ましくは1乃至5体積%であることが望ましい。また、コージエライトセラミックス粉末の平均粒径は1乃至100 $\mu m$ 、好ましくは5乃至50 $\mu m$ 、一層好ましくは5乃至10 $\mu m$ であり、コージエライトセラミックス繊維の平均直径は2乃至10 $\mu m$ 、好ましくは3乃至5 $\mu m$ であり、平均長さは0.1乃至10mm、好ましくは1乃至2mmであることが望ましい。更には、コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物を800乃至1200°C、好ましくは800乃至1100°Cにて焼成することが望ましい。また、セラミックス部材の空孔率は、25乃至75%、好ましくは50乃至75%であることが望ましい。

20 【0045】また、容器内に溶融したアルミニウム系材料を流し込む際のセラミックス部材の温度を500乃至1000°C、好ましくは700乃至800°Cとし、容器内に溶融したアルミニウム系材料を流し込む際のアルミニウム系材料の温度を700乃至1000°C、好ましくは750乃至900°Cとし、高圧鑄造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する際に加える絶対圧を200乃至1500kgf/cm<sup>2</sup>、好ましくは800乃至1000kgf/cm<sup>2</sup>とすることが望ましい。

30 【0046】あるいは又、工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、窒化アルミニウム粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成ることが好ましい。尚、セラミックス部材は、例えば、金型プレス成形法、静水圧成形法、鑄込み成形法、あるいは泥漿鑄込み成形法によって成形した後、500乃至1000°C、好ましくは800乃至1000°Cの温度で焼成を行うことによって得ることができる。この場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位:  $10^{-6}/K$ ]が $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように、窒化アルミニウム粒子とアルミニウム系材料との容積比を決定することが望ましい。若しくは、窒化アルミニウム粒子/アルミニウム系材料の容積比は、40/60乃至80/20、好ましくは60/40乃至70/30であることが望ましい。尚、窒化アルミニウム粒子の平均粒径は10乃至100 $\mu m$ 、好ましくは10乃至50 $\mu m$ 、一層好ましくは10乃至20 $\mu m$ であることが望ましい。母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ



素とする場合、アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積%、好ましくは16乃至35体積%、一層好ましくは20乃至35体積%含まれていることが、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$  を満足する上で望ましい。

【0047】あるいは又、工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、炭化ケイ素粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成ることが好ましい。あるいは、工程(A)は、容器の中に炭化ケイ素を組成としたセラミックス部材を配し、該容器内に溶融したアルミニウム又はアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成ることが好ましく、この場合、容器内に溶融したアルミニウム系材料を流し込む際のセラミックス部材の温度を500乃至1000°Cとし、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する際に加える絶対圧を200乃至1500 kgf/cm<sup>2</sup>とすることが望ましい。セラミックス部材は、例えば、金型プレス成形法、静水圧成形法、鋳込み成形法、あるいは泥漿鋳込み成形法によって成形した後、500乃至1000°C、好ましくは800乃至1000°Cの温度で焼成を行うことによって得ることができる。この場合、母材の線膨張率を $\alpha_1$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K] としたとき、セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$  [単位: 10<sup>-6</sup>/K] が $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$  を満足するように、炭化ケイ素粒子とアルミニウム系材料との容積比を決定することが望ましい。若しくは、炭化ケイ素粒子/アルミニウム系材料の容積比は、40/60乃至80/20、好ましくは60/40乃至70/30であることが望ましい。尚、炭化ケイ素粒子の平均粒径は1乃至100 $\mu$ m、好ましくは10乃至80 $\mu$ m、一層好ましくは15乃至60 $\mu$ mであることが望ましい。母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素とする場合、アルミニウム系材料にはケイ素が12乃至35体積%、好ましくは16乃至35体積%、一層好ましくは20乃至35体積%含まれていることが、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$  を満足する上で望ましい。

【0048】本発明の複合材料の製造方法、基体処理装置の作製方法、基体載置ステージの作製方法においては、セラミックス層を構成する材料をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>又は窒化アルミニウム(AlN)とすることができ。尚、セラミックス層を構成する材料には、セラミックス層の線膨張率や電気特性を調整するために、例えば、TiO<sub>2</sub>を添加してもよい。そして、工程(B)は、セラミックス層を溶射法にて母材の表面に形成する工程から成ることが望ましい。あるいは又、工程(B)は、セラミックス層をロウ付け法にて母材の表面に取り付ける工程から成ることが望ましい。

【0049】上記の目的を達成するための本発明の第1の態様に係る基体処理方法は、基体を処理するための基体処理装置を用いた基体処理方法であって、該基体処理装置は基体載置ステージを備え、該基体載置ステージは、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から作製され、そして、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えており、静電チャック機能によって該基体載置ステージ上に基体を固定し、基体載置ステージの温度を温度制御手段によって制御した状態で、基体に対して処理を行うことを特徴とする。尚、かかる本発明の基体処理方法を第1の態様に係る基体処理方法と呼ぶ場合がある。この場合、基体に対する処理を、プラズマエッチング処理、プラズマCVD処理、あるいはスパッタ処理とすることができる。尚、スパッタ処理には、基体のソフトエッチング処理を含めることができる。基体に対して処理を行う際の基体載置ステージの温度は、プラズマエッチング処理の場合、常温乃至650°C、好ましくは100乃至400°C、一層好ましくは100乃至300°C、プラズマCVD処理の場合、常温乃至650°C、好ましくは100乃至500°C、一層好ましくは200乃至500°C、スパッタ処理の場合、常温乃至650°C、好ましくは200乃至600°C、一層好ましくは300乃至500°Cに制御されていることが望ましい。尚、基体載置ステージには温度制御手段が配設され、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。ヒータを複合材料の外部に配設してもよいし、母材の内部に配設してもよい。温度制御手段は、更に、温度制御用熱媒体を流す配管から構成されていることが好ましい。ここで、かかる基体処理装置としては、具体的には、上述した本発明の第1の態様に係る基体処理装置を用いればよい。

【0050】あるいは又、上記の目的を達成するための本発明の第2の態様に係る基体処理方法は、側壁及び/又は天板が、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から作製された、基体を処理するための基体処理装置を用いた基体処理方法であって、該基体処理装置内に基体を収納し、基体に対してプラズマエッチング処理又はプラズマCVD処理を行うことを特徴とする。尚、かかる本発明の基体処理方法を第2の態様に係る基体処理方法と呼ぶ場合がある。ここで、かかる基体処理装置としては、具体的には、上述した本発明の第2の態様に係る基体処理装置を用いればよい。基体に対してプラズマエッチング処理又はプラズマCVD処理を行う際の側壁及び/又は天板の温度は、プラズマエッチング処理の場合、常温乃至650°C、好ましくは100乃至400°C、一層好ましくは100乃至300°C、プラズマCVD処理の場合、常



温乃至650°C、好ましくは100乃至500°C、一層好ましくは200乃至500°Cに制御されていることが望ましい。側壁及び／又は天板には温度制御手段が配設され、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。更には、ヒータを複合材料の外部に配設してもよいが、母材の内部に配設することが望ましい。

【0051】更には、上記の目的を達成するための本発明の第3の態様に係る基体処理方法は、基体进行处理するための基体処理装置を用いた基体処理方法であって、該基体処理装置は、下部電極を兼ねた基体載置ステージ、及び上部対向電極を備え、該上部対向電極は、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から作製され、該基体載置ステージ上に基体を載置した状態で、基体に対してプラズマエッチング処理を行うことを特徴とする。尚、かかる本発明の基体処理方法を第3の態様に係る基体処理方法と呼ぶ場合がある。ここで、かかる基体処理装置としては、具体的には、上述した本発明の第3の態様に係る基体処理装置を用いればよい。基体に対してプラズマエッチング処理を行う際の上部対向電極の温度は、常温乃至400°C、好ましくは50乃至400°C、一層好ましくは200乃至350°Cに制御されていることが望ましい。上部対向電極には温度制御手段が配設され、この温度制御手段はヒータから構成されていることが好ましい。更には、ヒータを複合材料の外部に配設してもよいが、母材の内部に配設することが望ましい。

【0052】尚、基体に対してプラズマエッチング処理を行う場合には、第1の態様に係る基体処理方法と第2の態様に係る基体処理方法の組み合わせ、第1の態様に係る基体処理方法と第3の態様に係る基体処理方法の組み合わせ、第2の態様に係る基体処理方法と第3の態様に係る基体処理方法の組み合わせ、第1の態様に係る基体処理方法と第2の態様に係る基体処理方法と第3の態様に係る基体処理方法の組み合わせとすることもできる。また、基体に対してプラズマCVD処理を行う場合には、第1の態様に係る基体処理方法と第2の態様に係る基体処理方法の組み合わせとすることもできる。

【0053】本発明における基体として、シリコン半導体基板、GaAs基板等の化合物半導体若しくは半絶縁性基板、SOI構造を有する半導体基板、絶縁性基板、半導体基板や半絶縁性基板や絶縁性基板の上に形成された各種の絶縁層や絶縁膜、導電性薄膜や金属薄膜、金属化合物薄膜、これらの積層体を例示することができる。絶縁層や絶縁膜としては、SiO<sub>2</sub>、BPSG、PSG、BSG、AsSG、PbSG、SbSG、NSG、SOG、LTO (Low Temperature Oxide、低温CVD-SiO<sub>2</sub>)、SiN、SiON等の公知の材料、あるいはこれらの材料を積層したものを例示することができ

る。導電性薄膜としては、例えば、不純物をドーピングされた多結晶シリコンを例示することができる。また、金属薄膜や金属化合物薄膜としては、Cu、Ti、TiN、BST (バリウム・ストロンチウム・チタン・オキサイド)、STO (ストロンチウム・チタン・オキサイド)、SBT (ストロンチウム・バリウム・タンタル・オキサイド)、Pt、Al、例えば銅やケイ素を含有するアルミニウム合金、タングステン等の高融点金属、各種シリサイドを例示することができる。更には、例えばポリイミドフィルム等のプラスチックフィルム上に成膜あるいは積層された銅等、半導体装置の製造分野以外の分野における材料にも本発明を適用することができる。

【0054】本発明においては、複合材料を、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたセラミックス層とから構成することによって、母材はセラミックス部材とアルミニウム系材料との中間的な性質を有するものとなり、例えば線膨張率に関してもこれらの中間的な値に調整することが可能となる。それ故、母材とセラミックス層との熱膨張に起因したセラミックス層の損傷発生を回避でき、複合材料を高温で確実に使用することが可能となる。しかも、母材は高い熱伝導率を有しているため、基体を効率よく加熱することが可能である。また、セラミックス層が設けられているので、金属汚染の発生防止や、例えばハロゲンガスによる複合材料の腐蝕発生を防止することができる。尚、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$  の関係を満足することによって、例えば500°C程度の高温にて使用しても、母材の線膨張率 $\alpha_1$ とセラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ の差に起因したセラミックス層の損傷発生をほぼ確実に防止することが可能である。

【0055】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、発明の実施の形態（以下、実施の形態と略称する）に基づき本発明を説明する。

【0056】（実施の形態1）実施の形態1は、本発明の複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法、並びに、本発明の第1の態様に係る基体処理方法に関する。

【0057】即ち、実施の形態1における母材は、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る。あるいは又、基体进行处理するための処理装置の一部を構成する複合材料は、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、該母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る。更には、実施の形態1の基体进行处理するための基体処理装置の一部は、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたセラミックス層とから成る複合材料から構成されてい

る。ここで、実施の形態1の基体処理装置においては、基体に対してプラズマエッチング処理が行われ、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージ（より具体的にはウエハステージ）である。

【0058】複合材料によって構成される基体処理装置の一部である実施の形態1における基体載置ステージ10の模式的な断面図を、図1の(A)に示す。この基体載置ステージ10は複合材料11から構成されている。複合材料11は、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材12（温度調節ジャケットに相当する）と、この母材12の表面に設けられたセラミックス層13とから成る。母材12の形状は円盤である。

【0059】実施の形態1においては、母材12を構成するセラミックス部材の組成をコージエライトセラミックスとした。ここで、コージエライトセラミックスとは、MgOが約13重量%、SiO<sub>2</sub>が約52重量%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が約35重量%となる組成比に調整されたセラミックスである。コージエライトセラミックスの線膨張率は0.1×10<sup>-6</sup>/Kである。

【0060】また、母材11を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム（Al）及びケイ素（Si）である。実施の形態1においては、アルミニウム系材料を基準として、アルミニウム系材料にはケイ素が20体積%含まれている。尚、セラミックス部材は、コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物の焼成体であり、この焼成体におけるコージエライトセラミックス繊維の割合を5体積%とした。ここで、コージエライトセラミックス粉末の平均粒径は10μmであり、コージエライトセラミックス繊維の平均直径は3μmであり、平均長さは1mmである。セラミックス部材の空孔率は約50%であり、空孔径は約1乃至2μmである。従って、コージエライトセラミックス/アルミニウム系材料の容積比は約1/1である。このような構成の母材12の線膨張率は、100〜300°Cにおける平均値で、約10.6×10<sup>-6</sup>/Kである。即ち、α<sub>1</sub>=10.6である。コージエライトセラミックス/アルミニウム系材料の容積比が約1/1であるが故に、母材12は、純粋なセラミックスの電気伝導度や熱伝導度よりも金属に近づいた値を有する。従って、このような母材12から作製された基体載置ステージ10には、電圧の印加は勿論のこと、バイアスの印加も可能である。

【0061】セラミックス層13を構成する材料を、TiO<sub>2</sub>が約2.5重量%添加されたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とした。厚さ約0.2mmのセラミックス層13は、溶射法にて母材12の表面に形成されている。このような組成のセラミックス層13の線膨張率は、100〜300°Cにおける平均値で、約9×10<sup>-6</sup>/Kである。従って、α<sub>2</sub>

は約9であり、セラミックス層13の線膨張率α<sub>2</sub>は(α<sub>1</sub>-3)≤α<sub>2</sub>≤(α<sub>1</sub>+3)を満足している。尚、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>それ自体の線膨張率は約8×10<sup>-6</sup>/Kである。また、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiO<sub>2</sub>を約2.5重量%添加することによって、セラミックス層13の体積固有抵抗値を10<sup>11</sup>Ω/□オーダーに調整することができる。これによって、セラミックス層13は誘電体として作用し、静電チャックとしての機能を発揮することができる。このように体積固有抵抗値を調整する理由は、セラミックス層13が10<sup>11</sup>Ω/□オーダーを越えると、静電チャックとして用いた場合にセラミックス層13の吸着力が弱くなりすぎ、基体をセラミックス層13に充分吸着させることが困難となる虞があるからである。一方、セラミックス層13が10<sup>11</sup>Ω/□オーダーを下回ると、基体載置ステージ10を高温で用いた際、セラミックス層13の抵抗値が更に低くなり、基体とセラミックス層13との界面で電流が生じる虞がある。尚、使用条件によるが、一般的には、セラミックス層の体積固有抵抗値を10<sup>11</sup>〜10<sup>16</sup>Ω/□とすることが望ましい。

【0062】この基体載置ステージ10は、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えている。具体的には、誘電体層であるセラミックス層13は静電チャック機能を有する。また、母材12の内部には温度制御手段が電設され（埋め込まれ）、この温度制御手段は、ヒータ14、及び温度制御用熱媒体を流す配管15から構成されている。

【0063】ヒータ14として、母材12の面積（底面積）に応じた大型で大容量のシーズヒータを使用した。ヒータ14は、ヒータ本体（図示せず）と、ヒータ本体の外側に配設されそしてヒータ本体を保護する鞘管（図示せず）から構成された公知のヒータである。ヒータ14は、図示しない配線を介して電源に接続されている。ヒータ14の熱膨張は、基体載置ステージ10に影響を与える。従って、母材12やセラミックス層13の線膨張率α<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>に近い値を有する材料を用いることが好ましい。具体的には、チタンやステンレススチール等、線膨張率が9×10<sup>-6</sup>/K〜12×10<sup>-6</sup>/Kの材料から作製された鞘管を用いることが好ましい。即ち、ヒータ14を構成する材料（母材12と接する鞘管の材料）の線膨張率α<sub>H</sub>〔単位：10<sup>-6</sup>/K〕は、(α<sub>1</sub>-3)≤α<sub>H</sub>≤(α<sub>1</sub>+3)を満足することが好ましい。尚、ヒータ14の本体の線膨張率は、基体載置ステージ10に影響を与えることがないので、特に制限されない。

【0064】配管15は、温度制御用熱媒体供給装置（図1には図示せず）に接続されており、金属あるいは合金から作製されている。温度制御用熱媒体供給装置から供給された温度制御用熱媒体を基体載置ステージ10内の配管15に流すことによって、基体載置ステージ10の温度制御を行うことができる。配管15の熱膨張も、基体載置ステージ10に影響を与える。従って、母

材12やセラミックス層13の線膨張率 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ に近い値を有する材料を用いることが好ましい。具体的には、チタンやステンレスチール等、線膨張率が $9 \times 10^{-6}/K \sim 12 \times 10^{-6}/K$ の材料から作製された配管15を用いることが好ましい。即ち、配管15を構成する材料の線膨張率 $\alpha_F$ 〔単位： $10^{-6}/K$ 〕は、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_F \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することが好ましい。

【0065】このような構成の基体載置ステージ10（より具体的には母材12）には、配線（図示せず）を介して直流電圧が印加される。従って、基体載置ステージ10を電極として用いることにより、セラミックス層13が静電チャックとして機能する。尚、この基体載置ステージ10には、セラミックス層13上に載置、保持された基体（例えばシリコン半導体基板）を押し上げるためのプッシャーピン（図示せず）が埋設されている。また、このプッシャーピンには、プッシャーピンをセラミックス層13の頂面上に突出させあるいは頂面下に埋没させる機構（図示せず）が取り付けられている。

【0066】複合材料11によって構成される基体処理装置の一部である実施の形態1における基体載置ステージ10の作製方法を、以下、説明する。複合材料11は、(A)セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、(B)母材の表面にセラミックス層を設ける工程から作製される。実施の形態1においては、この工程(A)は、容器（鋳型）の中に多孔質のコージエライトセラミックスを組成としたセラミックス部材を配し、容器（鋳型）内に溶融したアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成る。

【0067】多孔質のコージエライトセラミックスを組成としたセラミックス部材は、セラミックス部材を作製する際の焼結過程において多孔質化される。実施の形態1においては、多孔質のコージエライトセラミックスとして、コージエライトセラミックス粉体とコージエライトセラミックス繊維とを焼結して得られる焼結体である多孔質のコージエライトセラミックス・ファイバーボード（以下、ファイバーボードと略称する）を用いた。一般的な粉体焼結セラミックスが約 $1200^\circ C$ で高温焼結されるのに対して、ファイバーボードは約 $800^\circ C$ で低温焼結されたものであり、コージエライトセラミックス繊維の周りにコージエライトセラミックス粉体がバインダーを介して密着するように焼結され、多孔質化されている。従って、例えば、コージエライトセラミックス粉体とコージエライトセラミックス繊維との容積比を変えることによって、得られる多孔質のコージエライトセラミックスを組成としたセラミックス部材の空孔率や空孔径を調整することが可能である。

【0068】基体載置ステージ10を作製するには、先ず、所定の円盤形状に成形された第1のファイバーボードを用意する。尚、第1のファイバーボードには、ヒータ14を配設するための溝を加工しておく。また、第1のファイバーボードとは別の第2のファイバーボードを用意する。この第2のファイバーボードには、配管15を配設するための溝を加工しておく。そして、容器（鋳型）の底部に第1のファイバーボードを配し、更に、第1のファイバーボードに設けられた溝内にヒータ14を配置する。次に、第1のファイバーボード上に第2のファイバーボードを乗せ、第2のファイバーボードに設けられた溝内に配管15を配置する。そして、更に、この第2のファイバーボード上に第3のファイバーボードを乗せる。尚、これらのファイバーボードには、プッシャーピン等を埋設するための孔を予め加工しておく。

【0069】次いで、これらのファイバーボードから成るセラミックス部材を約 $800^\circ C$ に予備加熱しておき、続いて、容器（鋳型）内に約 $800^\circ C$ に加熱して溶融状態としたアルミニウム系材料（Al80体積％-Si20体積％）を流し込む。そして、容器（鋳型）内に約 $1 \text{ トン}/\text{cm}^2$ の高圧を加える高圧鋳造法を実行する。その結果、多孔質のファイバーボードには、即ち、セラミックス部材の組織中には、アルミニウム系材料が充填される。そして、アルミニウム系材料を冷却・固化させることによって、母材12が作製される。

【0070】次いで、母材12の頂面、即ち、ヒータ側の面を研磨する。その後、この研磨面に、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ に $\text{TiO}_2$ を約2.5重量％混合した粒径が約 $10 \mu\text{m}$ の混合粉末を真空溶射法によって溶融状態で吹き付け、固化させる。これによって、体積固有抵抗値が $10^{11} \Omega/\square$ オーダーの厚さ約0.2mmのセラミックス層13を溶射法にて形成することができる。尚、セラミックス層13の形成の前に、溶射下地層として例えばアルミニウムを約5重量％含んだニッケル（Ni-5重量％Al）を溶射しておき、この溶射下地層上にセラミックス層13を溶射法にて形成してもよい。

【0071】このようにして得られた基体載置ステージ10のセラミックス層13の割れ防止効果を確認するために、温風循環式のオープンを用い、以下のようにして基体載置ステージ10の熱サイクルテストを行った。

【0072】(1) 基体載置ステージ10をオープン内に入れ、オープン内を30分間かけて $300^\circ C$ に昇温する。

(2) オープン内を、 $300^\circ C$ の温度で20分間保持する。

(3) オープン内を、40分間かけて降温し、常温に戻す。

(4) オープン内から基体載置ステージ10を取り出し、外観を観察する。

【0073】このような(1)～(4)の操作を10回

繰り返したところ、10回終了後においても基体載置ステージ10の外観には変化が認められず、セラミックス層13に割れ等の破損は生じていないことが確認された。

【0074】このようにして得られた基体載置ステージ10は、多孔質のコージエライトセラミックス・ファイバーボードから成るセラミックス部材にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>体積%-SiO<sub>2</sub>体積%のアルミニウム系材料を充填して得られた母材(温度調節ジャケット)12によって構成されており、母材12の線膨張率 $\alpha_1$ はセラミックス層13の線膨張率 $\alpha_2$ に近い値となっている。従って、基体載置ステージ10の加熱・冷却による母材12とセラミックス層13の伸縮の度合いは殆ど同じである。それ故、これらの材料間の線膨張率 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ の差に起因して、高温加熱時や、高温から常温に基体載置ステージ10を戻したときにセラミックス層13に割れ等の損傷が発生することを確実に回避することができる。

【0075】また、実施の形態1の複合材料の製造方法、基体処理装置の作製方法、並びに、基体載置ステージの作製方法にあつては、特に、多孔質のコージエライトセラミックス・ファイバーボードを用いているが、高压鋳造時にアルミニウム系材料がその空孔内に入り込む際の衝撃にファイバーボードは耐え得る。その結果、ファイバーボードに割れが生じることを抑制することができる。即ち、通常の粉末焼結法によって得られる多孔質のコージエライトセラミックスから成るセラミックス部材においては、高压鋳造時に割れが起こり易い。然るに、多孔質のコージエライトセラミックス・ファイバーボードを用いることによって、高压鋳造時におけるセラミックス部材の割れ発生を抑えることができる。

【0076】そして、高压鋳造時にファイバーボードに割れ等が発生することを回避できるので、母材12の表面に設けられたセラミックス層13にクラック等の損傷が生じることを一層確実に防止することができる。即ち、ファイバーボードに割れが発生したとしても、ファイバーボードから成るセラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填したとき、アルミニウム系材料が一種の接着材として働く結果、母材12を得ることはできる。しかしながら、このようにして得られた母材12においては、ファイバーボードに発生した割れ等の隙間にアルミニウム系材料から成る層が形成されてしまう。その結果、母材12の表面に設けられたセラミックス層13が、基体載置ステージ10の使用時、温度変化に追従できなくなり、セラミックス層13に割れが生じ易くなる。つまり、セラミックス層13は、粒径が約10 $\mu$ mの混合粉末が溶射されそして母材12と同化されているので、ファイバーボードにおける1~2 $\mu$ mの空孔内に充填されたアルミニウム系材料そのものの熱膨張からは殆ど影響を受けない。しかしながら、ファイバーボードの割れた部分の隙間に存在するアルミニウム系材料が

ら成る層は、セラミックス層13を形成する粒子の径より大きい長さや幅を有する。従って、アルミニウム系材料から成るかかる層の熱膨張によるセラミックス層13への影響は無視できないものとなり、セラミックス層13に割れが発生する確率が高くなる。

【0077】また、セラミックス層13を母材12上に溶射法にて形成するので、母材12とセラミックス層13とがより一層一体化する。これによって、母材12とセラミックス層13との間の応力緩和が図れると共に、母材12からセラミックス層13への熱伝導が速やかとなり、セラミックス層13に保持・固定された基体(例えばシリコン半導体基板)の温度制御を迅速に且つ確実に行うことが可能となる。

【0078】このような基体載置ステージ10を組み込んだ本発明の第1の態様に係る基体処理装置であるドライエッチング装置20(以下、エッチング装置と略称する)の概念図を、図2に示す。エッチング装置20は、更に、チャンバー21と、RFアンテナ22と、RFアンテナ23と、マルチポール磁石24を備えている。

尚、このエッチング装置20においては、基体としてシリコン半導体基板40を例にとり説明する。

【0079】2つのRFアンテナ22は、チャンバー21の上部に設けられた直径350mmの円筒状石英管から成るベルジャー25の外側を周回して配設され、M=1モードのプラズマを生成するアンテナ形状を有し、マッチングネットワーク27を介してヘリコン波プラズマ発生源28に接続されている。これらのRFアンテナ22の外側には、内周コイルと外周コイルとから構成されたソレノイドコイル・アセンブリ26が配設されている。このソレノイドコイル・アセンブリ26のうち、内周コイルはヘリコン波の伝搬に寄与し、外周コイルは生成したプラズマの輸送に寄与する。RFアンテナ23は、チャンバー21の天板121(石英製である)の上にループ状に設置されており、マッチングネットワーク29を介して電源30に接続されている。マルチポール磁石24は、チャンバー21の下部外側に設けられており、エレクトロンがチャンバー21の側壁にて消失することを抑制するためのカスプ磁場を形成する。

【0080】また、チャンバー21内には、基体であるシリコン半導体基板40を保持・固定するための基体載置ステージ10(図1の(A)参照)が配設されている。更に、チャンバー21内のガスを排気するための排気口31が、真空ポンプ等の負圧手段(図示せず)に接続されている。基体載置ステージ10には、シリコン半導体基板40への入射イオンエネルギーを制御するためのバイアス電源32が接続され、更には、母材12に相当する温度調節ジャケットにはセラミックス層13に静電吸着力を発揮させるための直流電源33が接続されている。また、基体載置ステージ10の母材12内に配設されたヒータ14は、電源39に接続されている。更に

は、基体であるシリコン半導体基板40の温度を計測するための蛍光ファイバ温度計36が、エッチング装置20には備えられている。

【0081】基体載置ステージ10の母材12内に配設された配管15は、配管34A、34Bを介して温度制御用熱媒体供給装置35に接続されている。温度制御用熱媒体供給装置35は、シリコンオイル等の温度制御用熱媒体を、配管34Aを介して基体載置ステージ10の配管15に供給し、配管34Bを介して配管15から送り出された温度制御用熱媒体を受け入れ、更に、この温度制御用熱媒体を所定温度に加熱あるいは冷却する。場合によっては、温度制御用熱媒体供給装置35にチラーを組み込み、配管34A、15、34B内にフロンガス等の低温（例えば0°C）の温度制御用熱媒体（冷媒）を流してもよい。このように、温度制御用熱媒体を配管15内に循環させることによって、基体載置ステージ10上に保持・固定された基体であるシリコン半導体基板40の温度制御を行う。温度制御用熱媒体供給装置35に接続された配管34Aには、高温での動作が可能な制御バルブ37が配設されている。一方、配管34Aと配管34Bとの間のバイパス配管34Cにも制御バルブ37が配設されている。そして、このような構成のもと、制御バルブ37の開閉度を制御することによって、配管15への温度制御用熱媒体の供給量を制御する。また、蛍光ファイバ温度計36で検知された温度を制御装置（PIDコントローラ）38で検出し、予め設定されたシリコン半導体基板40の温度との差から、予め実験や計算によって決定された供給量となるように、温度制御用熱媒体の供給量が制御装置38によって決定される。

【0082】尚、図1の（A）に示した基体載置ステージ10においては、基体であるシリコン半導体基板40の設定温度にも依るが、通常は、ヒータ14による加熱によって主たる温度制御がなされる。そして、温度制御用熱媒体による基体載置ステージ10の温度制御は、シリコン半導体基板40の温度安定のための補助的な温度制御である。即ち、プラズマエッチング処理等を行った場合、プラズマからの入熱を基体であるシリコン半導体基板40、更には基体載置ステージ10が受ける結果、ヒータ14による加熱だけではシリコン半導体基板40を設定温度に維持しておくことが困難となる場合がある。このような場合、ヒータ14の加熱に加えて、基体\*

\*であるシリコン半導体基板40を設定温度に保つべくプラズマからの入熱を相殺するように設定温度より低い温度の温度制御用熱媒体を配管15に流す。これによって、シリコン半導体基板40を設定温度に安定させることができる。尚、図2においては、エッチングガス導入部、ゲートバルブ等のエッチング装置の細部については、その図示を省略した。

【0083】次に、基体処理装置であるエッチング装置20を用いた基体処理方法（具体的にはプラズマエッチング処理方法）を、図3の（A）及び（B）を参照して説明する。尚、この基体処理方法においては、主に銅（Cu）膜43が基体に相当する。

【0084】まず、シリコン半導体基板40の上に形成されたSiO<sub>2</sub>から成る下地絶縁層41の上に、Cu膜43を形成する。具体的には、まず、シリコン半導体基板40の上に公知の方法で形成された下地絶縁層41の上に、密着層としてTiN膜42をスパッタ法によって形成した。続いて、TiN膜42の上にスパッタ法によって基体に相当するCu膜43を形成し、更にその上にスパッタ法にてTiN膜44を形成した。そして、このTiN膜44の上にSiO<sub>2</sub>膜を形成し、更に公知のリソグラフィ技術及びエッチング技術によってこのSiO<sub>2</sub>膜をパターニングし、SiO<sub>2</sub>膜から成るマスクパターン45を形成した。この状態を、図3の（A）の模式的な一部断面図に示す。

【0085】次いで、マスクパターン45を形成したシリコン半導体基板40を図2に示したエッチング装置20内の基体載置ステージ10上に載置し、セラミックス層13に静電吸着力を発揮させてシリコン半導体基板40を基体載置ステージ10上に保持・固定する。そして、ヒータ14の作動及び温度制御用熱媒体を配管15に流すことによって基体載置ステージ10の加熱を行い、基体であるCu膜43を含むシリコン半導体基板40を以下の表1に示す設定温度に調整した。そして、マスクパターン45をエッチング用マスクとして、以下の表1に例示する条件にて、TiN膜44、Cu膜43、TiN膜42に対してプラズマエッチング処理を行い、Cu膜43から構成された配線を得た。この状態を、図3の（B）の模式的な一部断面図に示す。

【0086】

【表1】

: C12=3sccm

: 0.05Pa

電源28からのパワー（RFアンテナ22）: 1.5kW（13.56MHz）

電源30からのパワー（RFアンテナ23）: 1.5kW（13.56MHz）

RFバイアス : 350W

シリコン半導体基板温度 : 250°C

【0087】このようにしてプラズマエッチング処理を行ったところ、エッチング処理中においてもプラズマからの入熱に起因するシリコン半導体基板40等の温度上昇※50

※昇が殆ど認められず、エッチング処理中、シリコン半導体基板40、更にはCu膜43を設定した温度（250°C）に安定して保つことができた。そして、このよう

41

にCu膜43を含むシリコン半導体基板40の温度を高精度で安定させることができたため、エッチングガスとしてCl<sub>2</sub>を単独で用いたにも拘わらず、良好な異方性形状を有する配線を形成することができ、Cu膜43の加工を良好に行うことができた。

【0088】比較のため、静電チャック機能を発揮させず、単に基体載置ステージ10によるシリコン半導体基板40の加熱のみを行い、表1に示した条件と同一の条件でシリコン半導体基板40の温度変化を調べた。その結果、シリコン半導体基板40の温度は、エッチング処理開始時においては十分な加熱がなされず、設定温度よりかなり低い190°Cであった。そして、エッチング処理の進行に伴い温度が上昇し、エッチング処理開始後約60秒で設定温度である250°Cに達した。更にエッチング処理を続けたところ、プラズマからの入熱に起因して温度上昇が更に進み、エッチング処理開始後120秒後では約265°Cにまで上昇した。

【0089】従って、基体載置ステージ10において静電吸着力を発揮させることにより、従来の技術では不可能であった高い精度での基体の温度制御が行えることが確認された。また、このようなエッチング処理を繰り返して行った後、メンテナンス時などにチャンバー21内\*

エッチングガス	: HBr=50sccm
圧力	: 0.5Pa
電源28からのパワー(RFアンテナ22)	: 2.5kW
電源30からのパワー(RFアンテナ23)	: 2.5kW
RFバイアス	: 300W
シリコン半導体基板温度	: 250°C

【0093】(実施の形態2)実施の形態2は実施の形態1の変形である。実施の形態2が実施の形態1と相違する点は、複合材料における母材を構成するセラミックス部材の組成を窒化アルミニウムとし、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとした点にある。

【0094】複合材料によって構成される基体処理装置の一部である実施の形態2における基体載置ステージ10Aの模式的な断面図を、図4の(A)に示す。この基体載置ステージ10Aも複合材料11Aから構成されている。この複合材料11Aは、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材12A(温度調節ジャケットに相当する)と、この母材12Aの表面に設けられたセラミックス層13Aとから成る。母材12Aの形状は円盤である。また、実施の形態1と異なり、母材12Aの底面にはヒータ14Aが取り付けられている。

【0095】実施の形態2においては、母材12Aを構成するセラミックス部材の組成を窒化アルミニウム(AlN)とした。尚、窒化アルミニウムの線膨張率は $5.1 \times 10^{-6}/K$ であり、熱伝導率は $0.235 \text{ cal/cm} \cdot \text{秒} \cdot K$ である。また、母材を構成するアルミニウム

42

\*を常温に戻しても、基体載置ステージ10にはセラミックス層13の割れ等の破損は全く認められなかった。

【0090】尚、図1の(B)の模式的な断面図に示すように、セラミックス層を溶射法でなくロウ付け法によって母材12の表面に設けてもよい。この場合には、焼結法にて作製されたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>製セラミックス板から成るセラミックス層16を、例えば、約600°Cの温度にてAl-Mg-Ge系のロウ材17を用いたロウ付け法にて母材12の表面に取り付けられればよい。尚、ロウ材としては、その他、チタン、錫、アンチモン、マグネシウムから成る合金を挙げることができる。ロウ材の線膨張率[単位:  $10^{-6}/K$ ]も、母材の線膨張率を $\alpha_1$ [単位:  $10^{-6}/K$ ]としたとき、 $(\alpha_1-3)$ 以上、 $(\alpha_1+3)$ 以下の範囲内にあることが望ましい。

【0091】尚、Cu膜のドライエッチング処理においては、Cl<sub>2</sub>以外にも、HCl、HBr、HIといったガスを単独で若しくは混合して用いることができる。HBrを使用したときのCu膜のドライエッチング条件を、以下の表2に例示する。

【0092】  
【表2】

※ム系材料の組成をアルミニウム(Al)とした。 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように窒化アルミニウムとアルミニウムとの容積比は決定されており、具体的には、窒化アルミニウム/アルミニウムの容積比は70/30である。尚、母材12Aの線膨張率は、100~300°Cにおける平均値で、 $8.7 \times 10^{-6}/K$ である。即ち、 $\alpha_1=8.7$ である。セラミックス層13Aを構成する材料を、TiO<sub>2</sub>が約2.5重量%添加されたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とした。セラミックス層13Aは、溶射法にて母材12Aの表面に形成されている。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は本来その線膨張率が約 $8 \times 10^{-6}/K$ であるが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiO<sub>2</sub>を添加することによって、その線膨張率は、100~300°Cにおける平均値で、約 $9 \times 10^{-6}/K$ ( $\alpha_2$ は約9)となり、母材12Aの線膨張率 $\alpha_1$ とはほぼ同じ値となる。これによって、母材12Aの高温加熱などによる温度変化によってもセラミックス層13Aに割れ等の損傷が発生することを効果的に防止し得る。また、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiO<sub>2</sub>を添加することにより、セラミックス層13Aの体積固有抵抗値を $10^{11} \Omega/\square$ のオーダーに調整することができる。これによって、セラミックス層13Aが静電チャックとしての機能を効果的に発揮する。

【0096】ヒータ14Aは、約400°Cまでの加熱が可能なPBNヒータ（パイロリティック・ボロン・ナイトライド・パイロリティック・グラファイト・ヒータ）である。ヒータ14Aを母材12Aである温度調節ジャケットの裏面に取り付けることにより、母材12Aを常温から約400°Cまでの範囲内で温度制御することが可能となる。そして、基体載置ステージ10Aの母材12Aに配線（図示せず）を介して直流電圧を印加すれば、母材12Aを電極として用いることができ、セラミックス層13Aが静電チャックとして機能する。尚、この基体載置ステージ10Aには、セラミックス層13A上に載置、保持された基体（例えばシリコン半導体基板）を押し上げるためのプッシャーピン（図示せず）が埋設されている。また、このプッシャーピンには、プッシャーピンをセラミックス層13Aの頂面上に突出させるあるいは頂面下に埋没させる機構（図示せず）が取り付けられている。

【0097】複合材料によって構成される基体処理装置の一部である基体載置ステージ10Aの作製方法を、以下、説明する。複合材料11Aは、基本的には、実施の形態1と同様に、（A）セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、（B）母材の表面にセラミックス層を設ける工程から作製される。実施の形態2においては、この工程（A）は、非加圧金属浸透法に基づき、窒化アルミニウム粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウムを組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態で浸透させる工程から成る。

【0098】具体的には、平均粒径10 $\mu$ mのAlN粒子を泥漿鑄込み成形法にて成形した後、約800°Cの温度で焼成を行うことによって、AlN粒子を成形したプリフォームであるセラミックス部材を作製した。そして、このセラミックス部材を約800°Cに予備加熱しておき、約800°Cに加熱して溶融したアルミニウムを非加圧でセラミックス部材に浸透させる。これによって、AlN70体積%-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>30体積%の構成の母材12Aを作製することができる。次いで、母材12Aを成形加工して円盤状の温度調節ジャケットの形状とする。尚、この母材12Aには、プッシャーピン等を埋設するための孔も予め加工しておく。次いで、このようにして得られた母材12Aの頂面を研磨する。その後、この研磨面に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiO<sub>2</sub>を約2.5重量%混合した粒径が約10 $\mu$ mの混合粉末を真空溶射法によって溶融状態で吹き付け、固化させる。これによって、体積固有抵抗値が10<sup>11</sup> $\Omega$ /□オーダーの厚さ約0.2mmのセラミックス層13Aを形成することができる。その後、母材12Aの底面、即ちセラミックス層13Aが設けられた面と反対側の面にPBNヒータから成るヒータ14Aを取り付け、基体載置ステージ10Aを得る。尚、セ

ラミックス層13Aの形成の前に、溶射下地層として例えばアルミニウムを約5重量%含んだニッケル（Ni-5重量%A1）を溶射しておき、この溶射下地層上にセラミックス層13Aを溶射法にて形成してもよい。

【0099】このようにして作製された基体載置ステージ10Aにあつては、セラミックス層13Aの線膨張率 $\alpha_2$ が母材12A（温度調節ジャケット）の線膨張率 $\alpha_1$ とほぼ同じ値となっている。それ故、母材12Aの高温加熱などによる温度変化によっても、セラミックス層13Aに割れ等の損傷は発生しない。また、実施の形態2の複合材料の製造方法、基体処理装置の作製方法、基体載置ステージの作製方法にあつては、窒化アルミニウムとアルミニウムとの容積比を調整することによって、更には、必要に応じて、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層13AにおけるTiO<sub>2</sub>の添加率を調整することによって、母材12Aの線膨張率 $\alpha_1$ とセラミックス層13Aの線膨張率 $\alpha_2$ を、 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足する関係とすることができ、その結果、基体載置ステージ10Aの温度変化に起因するセラミックス層13Aの割れ等の損傷発生を、効果的に防止することができる。

【0100】また、セラミックス層13Aを母材12A上に溶射法にて形成するので、母材12Aとセラミックス層13Aとがより一層一体化する。これによって、母材12Aとセラミックス層13Aとの間の応力緩和が図れると共に、母材12Aからセラミックス層13Aへの熱伝導が速やかとなり、セラミックス層13Aに保持・固定された基体（例えばシリコン半導体基板）の温度制御を迅速に且つ確実に行うことが可能となる。

【0101】複合材料11Aによって構成される基体処理装置の一部であるこのような基体載置ステージ10Aを備えた、本発明の第1の態様に係る基体処理装置である実施の形態2のエッチング装置20Aは、図5に概念図を示すように、配管15及びこれに関連する設備を除き、実質的には実施の形態1にて説明した基体処理装置と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。また、実施の形態2における基体処理装置を用いた本発明の第1の態様に係る基体処理方法（プラズマエッチング処理方法）も、実質的には、実施の形態1にて説明した基体処理方法と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。尚、基体載置ステージ10Aの温度制御は、蛍光ファイバ温度計36で検知された温度を制御装置（PIDコントローラ）38で検出し、ヒータ14Aへ電力を供給するための電源39を制御することによって行うことができる。

【0102】図4の（B）の模式的な断面図に示すように、セラミックス層を溶射法でなくロウ付け法によって母材12Aの表面に設けてもよい。この場合には、焼結法にて作製されたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>製セラミックス板から成るセラミックス層16Aを、例えば、約600°Cの温度に



てAl-Mg-Ge系のろう材17Aを用いたろう付け法にて母材の表面に取り付けられればよい。

【0103】尚、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとしたが、その代わりに、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素とすることができる。アルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素（例えば、Al<sub>80</sub>体積%-Si<sub>20</sub>体積%）とすることによって、母材の線膨張率を $\alpha_1$ を制御することが可能となり、一層セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ との差を小さくすることが可能となる。

また、セラミックス層をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から構成する代わりに、窒化アルミニウム（AlN）から構成してもよい。

【0104】（実施の形態3）実施の形態3も実施の形態1の変形である。実施の形態3が実施の形態1と相違する点は、複合材料における母材を構成するセラミックス部材の組成を炭化ケイ素（SiC）とし、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム（Al）とした点にある。

【0105】複合材料によって構成される基体処理装置の一部である実施の形態3における基体載置ステージ10Bの模式的な断面図を、図6の（A）に示す。この基体載置ステージ10Bも複合材料11Bから構成されている。この複合材料11Bは、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材12B（温度調節ジャケットに相当する）と、この母材12Bの頂面及び側面に設けられたセラミックス層13Bとから成る。母材12Bの形状は円盤である。尚、実施の形態2と同様に、母材12Bの底面にはヒータ14Bが取り付けられている。

【0106】実施の形態3においては、母材12Bを構成するセラミックス部材の組成を炭化ケイ素（SiC）とした。尚、炭化ケイ素の線膨張率は $4 \times 10^{-6}/K$ であり、熱伝導率は $0.358 \text{ cal/cm} \cdot \text{秒} \cdot K$ （ $150 \text{ W/m} \cdot K$ ）である。また、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム（Al）とした。 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足するように炭化ケイ素とアルミニウムとの容積比は決定されており、具体的には、炭化ケイ素/アルミニウムの容積比は70/30である。尚、母材12Bの線膨張率は、 $100 \sim 300^\circ C$ における平均値で、 $6.2 \times 10^{-6}/K$ である。即ち、 $\alpha_1 = 6.2$ である。セラミックス層13Bを構成する材料を、TiO<sub>2</sub>が約1.5重量%添加されたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とした。セラミックス層13Bは、溶射法にて母材12Bの頂面及び側面に形成されている。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は本来その線膨張率が約 $8 \times 10^{-6}/K$ であるが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiO<sub>2</sub>を添加することによって、その線膨張率は、 $100 \sim 300^\circ C$ における平均値で、約 $8 \sim 9 \times 10^{-6}/K$ （ $\alpha_2$ は約8~9）となり、母材12Bの線膨張率 $\alpha_1$ とセラミックス層13Bの線膨張率 $\alpha_2$ の関係は、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足する。

これによって、母材12Bの高温加熱などによる温度変化によってもセラミックス層13Bに割れ等の損傷が発生することを効果的に防止し得る。また、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiO<sub>2</sub>を添加することにより、セラミックス層13Bの体積固有抵抗値を $10^{11} \Omega/\square$ のオーダーに調整することができる。これによって、セラミックス層13Bが静電チャックとしての機能を効果的に発揮する。

【0107】ヒータ14Aは、実施の形態2と同様に、PBNヒータである。ヒータ14Bを母材12Bである温度調節ジャケットの裏面に取り付けることにより、母材12Bを常温から約 $400^\circ C$ までの範囲内で温度制御することが可能となる。そして、基体載置ステージ10Bの母材12Bに配線（図示せず）を介して直流電圧を印加すれば、母材12Bを電極として用いることができ、セラミックス層13Bが静電チャックとして機能する。尚、この基体載置ステージ10Bには、セラミックス層13B上に載置、保持された基体（例えばシリコン半導体基板）を押し上げるためのプッシャーピン（図示せず）が埋設されている。また、このプッシャーピンには、プッシャーピンをセラミックス層13Bの頂面上に突出させあるいは頂面下に埋没させる機構（図示せず）が取り付けられている。

【0108】複合材料によって構成される基体処理装置の一部である基体載置ステージ10Bの作製方法を、以下、説明する。複合材料11Bは、基本的には、実施の形態2と同様に、（A）セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、（B）母材の表面にセラミックス層を設ける工程から作製される。実施の形態3においては、この工程（A）は、非加圧金属浸透法に基づき、炭化ケイ素粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウムを組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成る。

【0109】具体的には、平均粒径 $15 \mu m$ のSiC粒子と平均粒径 $60 \mu m$ のSiC粒子とを容積比で1:4にて混合したものを鋳込み泥漿成形法にて成形した後、約 $800^\circ C$ の温度で焼成を行うことによって、SiC粒子を成形したプリフォームであるセラミックス部材を作製した。そして、このセラミックス部材を約 $800^\circ C$ に予備加熱しておき、約 $800^\circ C$ に加熱して溶融したアルミニウムを非加圧でセラミックス部材に浸透させる。これによって、SiC70体積%-Al30体積%の構成の母材12Bを作製することができる。次いで、母材12Bを成形加工して円盤状の温度調節ジャケットの形状とする。尚、この母材12Bには、プッシャーピン等を埋設するための孔も予め加工しておく。次いで、このようにして得られた母材12Bの頂面及び側面を研磨する。その後、この研磨面に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiO<sub>2</sub>を約1.5重量%混合した粒径が約 $10 \mu m$ の混合粉末を



真空溶射法によって溶融状態で吹き付け、固化させる。これによって、体積固有抵抗値が $10^{11} \Omega/\square$ オーダーの厚さ約0.2mmのセラミックス層13Bを形成することができる。その後、母材12Bの底面、即ちセラミックス層13Bが設けられた頂面と反対側の面にPBNヒータから成るヒータ14Bを取り付け、基体載置ステージ10Bを得る。尚、セラミックス層13Bの形成の前に、溶射下地層として例えばアルミニウムを約5重量%含んだニッケル(Ni-5重量%Al)を溶射しておき、この溶射下地層上にセラミックス層13Bを溶射法にて形成してもよい。

【0110】尚、基体載置ステージ10Bの作製方法は、上述の方法に限定されない。上述の工程(A)を、実施の形態1と同様に、容器(鋳型)の中に炭化ケイ素を組成としたセラミックス部材を配し、この容器(鋳型)内に溶融したアルミニウムを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から構成することもできる。即ち、基体載置ステージ10Bを作製するには、まず、所定の円盤形状に成形されたSiCから成るプリフォームを用意する。尚、プリフォームには、ブッシュピン等を埋設するための孔を予め加工しておく。次いで、プリフォームから成るセラミックス部材を約800°Cに予備加熱しておき、続いて、容器(鋳型)内に約800°Cに加熱して溶融状態としたアルミニウムを流し込む。そして、容器(鋳型)内に約1トン/cm<sup>2</sup>の高圧を加える高圧鋳造法を実行する。その結果、セラミックス部材の組織中には、アルミニウムが充填される。そして、アルミニウムを冷却・固化させることによって、母材12Bが作製される。以下、先に述べたと同様の方法で基体載置ステージ10Bを作製すればよい。

【0111】このようにして作製された基体載置ステージ10Bにあつては、母材12Bの高温加熱などによる温度変化によっても、セラミックス層13Bに割れ等の損傷は発生しない。また、実施の形態3の複合材料の製造方法、基体処理装置の作製方法、基体載置ステージの作製方法にあつては、炭化ケイ素とアルミニウム系材料との容積比を調整することによって、更には、必要に応じて、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層13BにおけるTiO<sub>2</sub>の添加率を調整することによって、母材12Bの線膨張率 $\alpha_1$ とセラミックス層13Bの線膨張率 $\alpha_2$ を、 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足する関係とすることができる。その結果、基体載置ステージ10Bの温度変化に起因するセラミックス層13Bの割れ等の損傷発生を、効果的に防止することができる。

【0112】また、セラミックス層13Bを母材12B上に溶射法にて形成するので、母材12Bとセラミックス層13Bとがより一層一体化する。これによって、母材12Bとセラミックス層13Bとの間の応力緩和が図

れると共に、母材12Bからセラミックス層13Bへの熱伝導が速やかとなり、セラミックス層13Bに保持・固定された基体(例えばシリコン半導体基板)の温度制御を迅速に且つ確実に行うことが可能となる。

【0113】図6の(B)の模式的な断面図に示すように、セラミックス層を溶射法でなくロウ付け法によって母材12Bの頂面及び側面に設けてもよい。この場合には、焼結法にて作製されたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>製セラミックス板から成るセラミックス層16Bを、例えば、約600°Cの温度にてAl-Mg-Ge系のロウ材17Bを用いたロウ付け法にて母材の頂面及び側面に取り付ければよい。

【0114】尚、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとしたが、その代わりに、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素(例えば、Al80体積%-Si20体積%)とすることができる。アルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素とすることによって、母材の線膨張率を $\alpha_1$ を制御することが可能となり、一層セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ との差を小さくすることが可能となる。

また、セラミックス層をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から構成する代わりに、窒化アルミニウム(AlN)から構成してもよい。

【0115】複合材料11Bによって構成される基体処理装置の一部であるこのような基体載置ステージ10Bを備えた、本発明の第1の態様に係る基体処理装置である実施の形態3のエッチング装置20Bの概念図を図7に示す。このエッチング装置20BはICP(Inductively Coupled Plasma)型のドライエッチング装置である。エッチング装置20Bには、石英製のチャンバー51と、天板52と、天板を加熱するためのヒータ53と、チャンバー51の側面の外側に配設された誘導結合コイル54が備えられている。チャンバー51内には、基体であるシリコン半導体基板40を保持・固定するための基体載置ステージ10B(図6の(A)参照)が配設されている。更に、チャンバー51内のガスを排気するための排気口58が、真空ポンプ等の負圧手段(図示せず)に接続されている。基体載置ステージ10Bには、シリコン半導体基板40への入射イオンエネルギーを制御するためのバイアス電源55が接続され、更には、母材12Bに相当する温度調節ジャケットにはセラミックス層13Bに静電吸着力を発揮させるための直流電源56が接続されている。また、基体載置ステージ10Bの母材12Bに配設されたヒータ14Bは、電源57に接続されている。更には、基体であるシリコン半導体基板40の温度を計測するための蛍光ファイバ温度計(図示せず)が、エッチング装置20Bには備えられている。基体載置ステージ10Bの温度制御は、蛍光ファイバ温度計で検知された温度を制御装置(PIDコントローラ)(図示せず)で検出し、ヒータ14Bへ電力を供給するための電源57を制御することによって行うことが

できる。尚、天板52は、後述するように、本発明の複合材料から作製されていることが好ましい。

【0116】実施の形態1と同様に、基体処理装置であるエッチング装置20Bを用いて銅(Cu)膜のプラズマ\*

エッチングガス	: Cl <sub>2</sub> =10sccm
圧力	: 0.13Pa (1mTorr)
ソースパワー	: 1.5kW (13.56MHz)
RFバイアス	: 350W
シリコン半導体基板温度	: 250°C
天板52の温度	: 300°C

【0118】このようにしてプラズマエッチング処理を行ったところ、エッチング処理中においてもプラズマからの入熱に起因するシリコン半導体基板40等の温度上昇が殆ど認められず、エッチング処理中、シリコン半導体基板40、更にはCu膜43(図3参照)を設定した温度(250°C)に安定して保つことができた。そして、このようにCu膜43を含むシリコン半導体基板40の温度を高精度で安定させることができたため、エッチングガスとしてCl<sub>2</sub>を単独で用いたにも拘わらず、良好な異方性形状を有する配線を形成することができ、Cu膜43の加工を良好に行うことができた。

【0119】(実施の形態4) 実施の形態4は、実施の形態1の変形であり、本発明の複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法、並びに、本発明の第1の態様に係る基体処理方法(但し、プラズマCVD処理)に関する。

【0120】即ち、実施の形態4における母材は、実施の形態1と同様に、コージエライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから構成されている。あるいは又、基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料は、コージエライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから構成されている。更には、実施の形態4の基体を処理するための基体処理装置の一部は、コージエライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから成る複合材料から構成されている。ここで、実施の形態4の基体処理装置においては、実施の形態1と異なり、基体に対してプラズマCVD処理が行われる。尚、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、実施の形態1と同様の構造を有する、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージ(より具体的にはウエハステージ)である。

\*マエッチングを行った。エッチングの条件を以下の表3に例示する条件とした。

【0117】

【表3】

※【0121】実施の形態4における複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法は、実施の形態1と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。以下、先ず、実施の形態4における基体処理装置であるプラズマCVD装置の概要を説明し、次に、本発明の第1の態様に係る基体処理方法(但し、プラズマCVD処理)を説明する。

【0122】実施の形態4における基体処理装置であるプラズマCVD装置(より具体的には、バイアスECRCVD装置)の概念図を、図8に示す。

【0123】このバイアスECRCVD装置60(以下、CVD装置と略称する)には、アルミニウム製ブロックから側壁61Aが作製されたチャンバー61と、図1に示した基体載置ステージ(ウエハステージ)10が備えられている。基体載置ステージ10はチャンバー61の底部に配置されている。

【0124】チャンバー61の頂面には石英製の窓61Bが設けられている。この窓61Bの上方にはマイクロ波発生手段62が配設されている。また、側壁61Aの外周面にはヒータ63が設けられており、これによってチャンバー61内を所定温度に加熱することができる。更に、チャンバー61の上部側周辺部にはソレノイドコイル64が配置されている。また、チャンバー61の排気側にはポンプ65が設置されている。基体載置ステージ10には、RFバイアス電源66が接続されている。また、母材12に相当する温度調節ジャケットにはセラミックス層13に静電吸着力を発揮させるための直流電源67が接続されている。更に、母材12内に配設されたヒータ14は電源68に接続されている。尚、配管34A、34B、34Cや温度制御用熱媒体供給装置35、蛍光ファイバ温度計36、制御バルブ37、制御装置(PIDコントローラ)38の図示は省略した。

【0125】このような構成のCVD装置60にあっては、マイクロ波発生手段62から窓61Bを通じて供給されたマイクロ波と、ソレノイドコイル64による磁場の共鳴作用によってECR放電が生じ、ここで生成するイオンが基体載置ステージ10上の基体(例えばシリコン半導体基板40)に入射する。従って、このような機構によって、CVD装置60においては高精度のギャッ

51

アフィルを実現することができる。尚、CVD装置60には、CVD処理用の原料ガスをチャンバー61に供給するための配管（図示せず）が設けられている。

【0126】実施の形態4におけるCVD装置60を用いた本発明の第1の態様に係る基体処理方法（但し、プラズマCVD処理）を、図9の（A）～（C）を参照して、以下、説明する。

【0127】先ず、シリコン半導体基板40の上にSiO<sub>2</sub>から成る下地絶縁層46を公知の方法によって形成し、次いで、アルミニウム系合金から成る配線47を、公知のスパッタ法並びにリソグラフィ技術及びエッチング技術に基づき形成する。この例においては、下地絶縁層46及びアルミニウム系合金から成る配線47が基体に相当する。この状態を、図9の（A）の模式的な一部断面図に示す。

使用ガス : SiH<sub>4</sub>/N<sub>2</sub>O=80/20sccm  
 圧力 : 1.3Pa (10mTorr)  
 マイクロ波パワー : 1500W  
 RFバイアス : 800W (800kHz)  
 シリコン半導体基板温度 : 350°C

【0130】このようにして層間絶縁膜48を形成した後、例えばCMP法（化学的機械的研磨法）によって層間絶縁膜48の平坦化を行い、図9の（C）に模式的な一部断面図を示すように平坦化された層間絶縁膜48Aを形成した。

【0131】このようなプラズマCVD処理方法によれば、基体載置ステージ10を用いて基体の温度制御を行いつつ層間絶縁膜48を形成するので、層間絶縁膜48の成膜中に基体の温度を高精度に制御することができる。その結果、層間絶縁膜48中に構造水（層間絶縁膜48中に入り込んだ水分）が少ない信頼性の高い層間絶縁膜を形成することができる。尚、従来では、高温仕様の静電チャックシステムが無かったので、基体の温度を十分に制御することができなかつた。そのため、層間絶縁膜中のHやOHを十分に除去することができず、信頼性に問題の残る膜質を有するSiO<sub>2</sub>から成る層間絶縁膜しか得られなかつた。

【0132】（実施の形態5）実施の形態5は、実施の形態2の変形であり、本発明の複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法、並びに、本発明の第1の態様に係る基体処理方法（但し、プラズマCVD処理）に関する。

【0133】即ち、実施の形態5における母材は、実施の形態2と同様に、窒化アルミニウムから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから構成されている。あるいは又、基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料は、窒化アルミニウムから成るセ

52

\*【0128】そして、このシリコン半導体基板40を図8に示したCVD装置60の基体載置ステージ10上に載置し、セラミックス層13を静電チャックとして機能させ、シリコン半導体基板40を基体載置ステージ10上に保持・固定する。次いで、基体載置ステージ10を、CVD処理における条件温度である350°Cに加熱調整した。即ち、ヒータ14の作動及び温度制御用熱媒体を配管15に流すことによって、基体載置ステージ10の加熱を行った。そして、以下の表4に例示する条件にて、プラズマCVD処理を行い、SiO<sub>2</sub>から成る層間絶縁膜48を形成した。この状態を、図9の（B）の模式的な一部断面図に示す。

【0129】

【表4】

※ラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから構成されている。更には、実施の形態5の基体を処理するための基体処理装置の一部は、窒化アルミニウムから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから成る複合材料から構成されている。ここで、実施の形態5の基体処理装置においては、実施の形態2と異なり、基体に対してプラズマCVD処理が行われる。尚、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、実施の形態2と同様の構造を有する、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージ（より具体的にはウエハステージ）である。

【0134】実施の形態5における複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法は、実施の形態2と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

【0135】複合材料11Aによって構成される基体処理装置の一部であるこのような基体載置ステージ10Aを備えた、本発明の第1の態様に係る基体処理装置である実施の形態5のCVD装置は、配管15及びこれに関連する設備を除き、図8に概念図を示した実施の形態4にて説明したCVD装置と実質的に同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。また、実施の形態5における基体処理装置を用いた本発明の第1の態様に係る基体処理方法（プラズマCVD処理方法）も、実質的には、実施の形態4にて説明した基体処理方法と同様と

することができるので、詳細な説明は省略する。尚、基体載置ステージ10Aの温度制御は、蛍光ファイバ温度計36で検知された温度を制御装置(PIDコントローラ)38で検出し、ヒータ14Aへの供給電力を制御することによって行うことができる。

【0136】実施の形態5におけるプラズマCVD処理方法によっても、基体載置ステージ10Aを用いて基体の温度制御を行いつつ層間絶縁膜48を形成するので、層間絶縁膜48の成膜中に基体の温度を高精度に制御することができる。その結果、層間絶縁膜48中に構造水が少ない信頼性の高い層間絶縁膜48を形成することができる。

【0137】尚、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとしたが、その代わりに、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素(例えば、Al80体積%-Si20体積%)とすることができる。アルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素とすることによって、母材の線膨張率を $\alpha_1$ を制御することが可能となり、一層セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ との差を小さくすることが可能となる。また、セラミックス層をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から構成する代わりに、窒化アルミニウム(AlN)から構成してもよい。

【0138】(実施の形態6) 実施の形態6は実施の形態3の変形であり、本発明の複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法、並びに、本発明の第1の態様に係る基体処理方法(但し、プラズマCVD処理)に関する。

【0139】即ち、実施の形態6における母材は、実施の形態3と同様に、炭化ケイ素から成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから構成されている。あるいは又、基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料は、炭化ケイ素から成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから構成されている。更には、実施の形態6の基体を処理するための基体処理装置の一部は、炭化ケイ素から成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから成る複合材料から構成されている。ここで、実施の形態6の基体処理装置においては、実施の形態3と異なり、基体に対してプラズマCVD処理が行われる。尚、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、実施の形態3と同様の構造を有する、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージ(より具体的にはウエハステージ)である。

【0140】実施の形態6における複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法は、実施の形態3と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

【0141】複合材料11Bによって構成される基体処理装置の一部であるこのような基体載置ステージ10Bを備えた、本発明の第1の態様に係る基体処理装置である実施の形態6のCVD装置は、配管15及びこれに関連する設備を除き、図8に概念図を示した実施の形態4にて説明したCVD装置と実質的に同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。また、実施の形態6における基体処理装置を用いた本発明の第1の態様に係る基体処理方法(プラズマCVD処理方法)も、実質的には、実施の形態4にて説明した基体処理方法と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。尚、基体載置ステージ10Bの温度制御は、蛍光ファイバ温度計36で検知された温度を制御装置(PIDコントローラ)38で検出し、ヒータ14Bへの供給電力を制御することによって行うことができる。

【0142】実施の形態6におけるプラズマCVD処理方法によっても、基体載置ステージ10Bを用いて基体の温度制御を行いつつ層間絶縁膜48を形成するので、層間絶縁膜48の成膜中に基体の温度を高精度に制御することができる。その結果、層間絶縁膜48中に構造水が少ない信頼性の高い層間絶縁膜48を形成することができる。

【0143】尚、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとしたが、その代わりに、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素とすることができる。アルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素(例えば、Al80体積%-Si20体積%)とすることによって、母材の線膨張率を $\alpha_1$ を制御することが可能となり、一層セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ との差を小さくすることが可能となる。また、セラミックス層をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から構成する代わりに、窒化アルミニウム(AlN)から構成してもよい。

【0144】(実施の形態7) 実施の形態7も、実施の形態1の変形であり、本発明の複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法、並びに、本発明の第1の態様に係る基体処理方法(但し、スパッタ処理)に関する。

【0145】即ち、実施の形態7における母材は、実施の形態1と同様に、コージエライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから構成されている。あるいは又、基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料は、コージ

55

エライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた  $Al_2O_3$  から成るセラミックス層とから構成されている。更には、実施の形態7の基体処理装置の一部は、コージエライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた  $Al_2O_3$  から成るセラミックス層とから成る複合材料から構成されている。ここで、実施の形態7の基体処理装置においては、実施の形態1と異なり、基体に対してスパッタ処理が行われる。尚、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、実施の形態1と同様の構造を有する、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージ（より具体的にはウエハステージ）である。

【0146】実施の形態7における複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法は、実施の形態1と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。以下、先ず、実施の形態7における基体処理装置であるスパッタ装置の概要を説明し、次に、本発明の第1の態様に係る基体処理方法（但し、ソフトエッチング処理を含むスパッタ処理）を説明する。

【0147】実施の形態7における基体処理装置であるスパッタ装置70の概念図を、図10に示す。このスパッタ装置70には、ICP型のチャンバー71内に、図1に示した基体載置ステージ10が備えられている。チャンバー71の天板71Aは石英製である。また、チャンバー71の側壁の外面には誘導結合コイル72が配置されている。参照番号73はターゲットである。ターゲット73は高周波電源74に接続されている。更には、基体載置ステージ10には高周波電源75が接続されている。また、母材12に相当する温度調節ジャケットにはセラミックス層13に静電吸着力を発揮させるための直流電源76が接続されている。更に、母材12内に配設されたヒータ14は電源77に接続されている。尚、配管34A、34B、34Cや温度制御用熱媒体供給装置35、蛍光ファイバ温度計36、制御バルブ37、制御装置（PIDコントローラ）38の図示は省略した。また、スパッタ装置70には、各種のプロセスガスを導入するための配管が備えられているが、これらの配管の図示も省略した。

【0148】スパッタ装置70を用いたスパッタ処理方法を、以下、図11及び図12を参照して説明する。

【0149】先ず、シリコン半導体基板40の上に形成された  $SiO_2$  から成る下地絶縁膜81上に、アルミニウム系合金から成る配線82を、公知のスパッタ法並びにリソグラフィ技術及びエッチング技術に基づき形成する。次いで、全面に  $SiO_2$  から成る層間絶縁膜83を

56

公知の方法で形成する。その後、リソグラフィ技術及びドライエッチング技術によって、配線82の上方の層間絶縁膜83に開口部84を設ける。この状態を、図11の(A)の模式的な一部断面図に示す。尚、実施の形態7においては、配線82が基体に相当する。

【0150】そして、係るシリコン半導体基板を図10に示したスパッタ装置70の基体載置ステージ10上に載置し、セラミックス層13に静電吸着力を発揮させてシリコン半導体基板40を基体載置ステージ10上に保持・固定する。次に、ソフトエッチング処理の条件温度である  $500^\circ C$  に基体載置ステージ10を加熱調整し、基体を  $500^\circ C$  に保持する。

【0151】そして、以下の表5に例示する条件でソフトエッチング処理を行い、開口部84の底部に露出したアルミニウム系合金から成る配線82の表面に形成された自然酸化膜（図示せず）を除去する。

【0152】

【表5】

使用ガス	: Ar = 200 sccm
圧力	: 1.3 Pa (10 mTorr)
ソースパワー	: 1500 W
RFバイアス	: 100 W
シリコン半導体基板温度	: $500^\circ C$

【0153】基体を高温加熱条件に保持した状態でのソフトエッチング処理であるが故に、配線82の表面の自然酸化膜が除去されるだけでなく、層間絶縁膜83中に含有された水分がベークアウトされる。

【0154】このようにして前処理を施した後、Ti層、TiN層、アルミニウム系合金から成る金属配線材料層85をスパッタ法にて成膜する。この状態を図11の(B)の模式的な一部断面図に示すが、Ti層及びTiN層の図示は省略した。尚、開口部84の上方に形成された金属配線材料層85の形状は、ブリッジ形状であることが望ましい。即ち、開口部84の底部にはボイドが残り、且つ、開口部84の上方は金属配線材料層85によって塞がれていることが望ましい。金属配線材料層85をこのようなブリッジ形状にすることで、高圧不活性ガスの圧力によって、開口部84の上方及びその近傍の金属配線材料が開口部84内に押し込まれる。具体的には、基体を  $300$  乃至  $500^\circ C$ 、好ましくは  $400$  乃至  $500^\circ C$ 、より好ましくは  $440$  乃至  $500^\circ C$  に加熱した状態で、スパッタ装置70内の雰囲気（約  $10^6$  Pa以上の不活性ガス雰囲気）とする。こうして、図12に模式的な一部断面図を示すように、開口部84内にボイドが残ることなく、金属配線材料層85で埋め込まれた接続孔（ビアホール）を形成することができた。

【0155】従来の技術では、高圧リフロー工程の際、層間絶縁膜83からの脱ガスの影響によって開口部84内を確実に金属配線材料層85で埋め込むことが困難であり、接続孔（ビアホール）にはボイドが形成されてし

まうといった問題が生じていた。然るに、実施の形態7のスパッタ装置70を用いた実施の形態7のスパッタ処理方法においては、ソフトエッチング処理時に層間絶縁膜83中の水分除去を十分に行うことができるので、埋め込み不良のない接続孔を得ることができる。

【0156】(実施の形態8) 実施の形態8も、実施の形態2の変形であり、本発明の複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法、並びに、本発明の第1の態様に係る基体処理方法(但し、スバ

ッタ処理)に関する。  
【0157】即ち、実施の形態8における母材は、実施の形態2と同様に、窒化アルミニウムから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた $Al_2O_3$ から成るセラミックス層とから構成されている。あるいは又、基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料は、窒化アルミニウムから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた $Al_2O_3$ から成るセラミックス層とから構成されている。更には、実施の形態8の基体を処理するための基体処理装置の一部は、窒化アルミニウムから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた $Al_2O_3$ から成るセラミックス層とから成る複合材料から構成されている。ここで、実施の形態8の基体処理装置においては、実施の形態2と異なり、基体に対してスバッタ処理が行われる。尚、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、実施の形態2と同様の構造を有する、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージ(より具体的にはウエハステージ)である。

【0158】実施の形態8における複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法は、実施の形態2と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。尚、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとする代わりに、アルミニウム及びケイ素(例えば、 $Al_{80}Si_{20}$ 体積%)とすることができる。アルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素とすることによって、母材の線膨張率を $\alpha_1$ を制御することが可能となり、一層セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ との差を小さくすることが可能となる。また、セラミックス層を $Al_2O_3$ から構成する代わりに、窒化アルミニウム( $AlN$ )から構成してもよい。

【0159】複合材料によって構成される基体処理装置の一部であるこのような基体載置ステージ10Aを備えた、本発明の第1の態様に係る基体処理装置である実施

の形態8のスバッタ装置は、配管15及びこれに関連する設備を除き、図10に概念図を示した実施の形態7にて説明したCVD装置と実質的に同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。また、実施の形態8における基体処理装置を用いた本発明の第1の態様に係る基体処理方法(ソフトエッチング処理を含むスバッタ処理)も、実質的には、実施の形態7にて説明した基体処理方法と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。尚、基体載置ステージ10Aの温度制御は、蛍光ファイバ温度計36で検知された温度を制御装置(PIDコントローラ)38で検出し、ヒータ14Aへの供給電力を制御することによって行うことができる。

【0160】(実施の形態9) 実施の形態9は、実施の形態3の変形であり、本発明の複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法、並びに、本発明の第1の態様に係る基体処理方法(但し、スバッタ処理)に関する。

【0161】即ち、実施の形態9における母材は、実施の形態3と同様に、炭化ケイ素から成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた $Al_2O_3$ から成るセラミックス層とから構成されている。あるいは又、基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料は、炭化ケイ素から成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた $Al_2O_3$ から成るセラミックス層とから構成されている。更には、実施の形態9の基体を処理するための基体処理装置の一部は、炭化ケイ素から成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウムから成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた $Al_2O_3$ から成るセラミックス層とから成る複合材料から構成されている。ここで、実施の形態9の基体処理装置においては、実施の形態3と異なり、基体に対してスバッタ処理が行われる。尚、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、実施の形態3と同様の構造を有する、静電チャック機能を有し、且つ、温度制御手段を備えた基体載置ステージ(より具体的にはウエハステージ)である。

【0162】実施の形態9における複合材料及びその製造方法、本発明の第1の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法は、実施の形態3と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。尚、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとする代わりに、アルミニウム及びケイ素とすることができる。アルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素(例えば、 $Al_{80}Si_{20}$ 体積%)とすることによって、母材の線膨張率を $\alpha_1$ を制御することが可能となり、一層セラミックス

層の線膨張率 $\alpha_2$ との差を小さくすることが可能となる。また、セラミックス層を $Al_2O_3$ から構成する代わりに、窒化アルミニウム( $AlN$ )から構成してもよい。

【0163】複合材料によって構成される基体処理装置の一部であるこのような基体載置ステージ10Bを備えた、本発明の第1の態様に係る基体処理装置である実施の形態9のスパッタ装置は、配管15及びこれに関連する設備を除き、図10に概念図を示した実施の形態7にて説明したCVD装置と実質的に同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。また、実施の形態9における基体処理装置を用いた本発明の第1の態様に係る基体処理方法(ソフトエッチング処理を含むスパッタ処理)も、実質的には、実施の形態7にて説明した基体処理方法と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。尚、基体載置ステージ10Bの温度制御は、蛍光ファイバ温度計36で検知された温度を制御装置(PIDコントローラ)38で検出し、ヒータ14Aへの供給電力を制御することによって行うことができる。

【0164】(実施の形態10) 実施の形態10は、本発明の複合材料及びその製造方法、本発明の第2の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法、並びに、本発明の第2の態様に係る基体処理方法(プラズマエッチング処理及びプラズマCVD処理)に関する。

【0165】即ち、実施の形態10における母材は、実施の形態1と同様に、コージエライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた $Al_2O_3$ から成るセラミックス層とから構成されている。あるいは又、基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料は、コージエライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた $Al_2O_3$ から成るセラミックス層とから構成されている。更には、実施の形態10の基体を処理するための基体処理装置の一部は、コージエライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられた $Al_2O_3$ から成るセラミックス層とから成る複合材料から構成されている。ここで、実施の形態10の基体処理装置においては、基体に対してプラズマCVD処理が行われる。尚、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、実施の形態10においては基体処理装置の側壁である。母材の形状は中空円筒形である。

【0166】複合材料によって基体処理装置の一部(側壁)が構成された、本発明の第2の態様に係る基体処理装置である実施の形態10の基体処理装置(ドライエッ

チング装置20Cであり、以下、単にエッチング装置20Cと略称する)の概念図を図13に示す。また、側壁の模式的な断面図を図14の(A)に示す。

【0167】図13に示すこのエッチング装置20CはICP型のドライエッチング装置であり、図14の(A)に示すように、チャンバー21の側壁21Aが複合材料111から構成されている。そして、RFアンテナ23は、チャンバー21の天井121(石英製である)の上にループ状に設置されており、マッチングネットワーク29を介して電源30に接続されている。

【0168】実施の形態10においては、実施の形態1と同様に、母材112を構成するセラミックス部材の組成をコージエライトセラミックスとした。また、母材112を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム( $Al$ )及びケイ素( $Si$ )である。実施の形態10においては、アルミニウム系材料を基準として、アルミニウム系材料にはケイ素が20体積%含まれている。尚、セラミックス部材は、コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物の焼成体であり、この焼成体におけるコージエライトセラミックス繊維の割合を3体積%とした。ここで、コージエライトセラミックス粉末の平均粒径は $10\mu m$ であり、コージエライトセラミックス繊維の平均直径は $5\mu m$ であり、平均長さは $1mm$ である。セラミックス部材の空孔率は約50%であり、空孔径は約1乃至 $2\mu m$ である。従って、コージエライトセラミックス/アルミニウム系材料の容積比は約1/1である。このような構成の母材112の線膨張率は、 $100\sim 300^\circ C$ における平均値で、約 $10.6 \times 10^{-6}/K$ である。即ち、 $\alpha_1 = 10.6$ である。また、コージエライトセラミックス/アルミニウム系材料の容積比が約1/1であるが故に、母材112は、純粋なセラミックスの電気伝導度や熱伝導度よりも金属に近づいた値を有する。従って、このような母材112から作製された側壁21Aは、セラミックスのみから作製された側壁よりも高い熱伝導性を有する。

【0169】セラミックス層113を構成する材料を、 $TiO_2$ が約2.5重量%添加された $Al_2O_3$ とした。厚さ約0.2mmのセラミックス層113は、溶射法にて母材112の表面に形成されている。このような組成のセラミックス層113の線膨張率は、 $100\sim 300^\circ C$ における平均値で、約 $9 \times 10^{-6}/K$ である。即ち、 $\alpha_2$ は約9であり、セラミックス層113の線膨張率 $\alpha_2$ は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足している。尚、 $Al_2O_3$ それ自体の線膨張率は約 $8 \times 10^{-6}/K$ である。

【0170】側壁21Aの内部には、公知のシーズヒータから成るヒータ114が配設されている。ヒータ114は、ヒータ本体(図示せず)と、ヒータ本体の外側に配設されそしてヒータ本体を保護する鞘管(図示せず)



から構成されている。そして、ヒータ114は、図示しない配線を介して電源に接続されている。ヒータ114の熱膨張は、側壁21Aに影響を与える。従って、セラミックス層113や母材112の線膨張率に近い値を有する材料を用いることが好ましい。具体的には、チタンやステンレススチール等、線膨張率が $9 \times 10^{-6}/K \sim 12 \times 10^{-6}/K$ の材料から作製された鞘管を用いることが好ましい。即ち、ヒータ114を構成する材料(母材112と接する鞘管の材料)の線膨張率 $\alpha$  [単位:  $10^{-6}/K$ ] は、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha \leq (\alpha_1 + 3)$  を満

足することが好ましい。尚、ヒータ114の本体の線膨張率は、側壁21Aに影響を与えることがないので、特に制限されない。場合によっては、ヒータ114を配設すると同時に、実施の形態1にて説明した配管15を側壁21Aの内部に配設してもよいし、ヒータ114を配設する代わりに、実施の形態1にて説明した配管15を側壁21Aの内部に配設してもよい。

【0171】複合材料111によって構成される基体処理装置の一部である実施の形態10における側壁21Aの作製方法を例にとり、以下、説明する。複合材料111は、(A)セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、

(B)母材の表面にセラミックス層を設ける工程から作製される。実施の形態10においては、この工程(A)は、容器(鋳型)の中に多孔質のコージエライトセラミックスを組成としたセラミックス部材を配し、容器(鋳型)内に溶融したアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成る。

【0172】実施の形態10においても、セラミックス部材である多孔質のコージエライトセラミックスとして、コージエライトセラミックス粉体とコージエライトセラミックス繊維とを焼結して得られる焼結体である多孔質の環状のファイバーボードを用いた。尚、ファイバーボードは、実施の形態1と同様のものを使用した。側壁21Aを作製するには、先ず、所定の形状(環状)に成形された複数のファイバーボードを用意する。尚、ファイバーボードには、必要に応じて各種の配管等を取り付けるためのフランジや孔部を設けておく。また、ヒータ114を配設するための溝を設けておく。そして、これらの環状のファイバーボードを容器(鋳型)内に積み上げる。尚、環状のファイバーボードと環状のファイバーボードとの間には、必要に応じてヒータ114を配置する。そして、ファイバーボードを約 $800^\circ C$ に予備加熱しておき、続いて、容器(鋳型)内に約 $800^\circ C$ に加熱して溶融状態としたアルミニウム系材料(A180体積%-Si20体積%)を流し込む。そして、容器(鋳型)内に約1トン/cm<sup>2</sup>の高圧を加える高圧鋳造

法を実行する。その結果、多孔質のファイバーボードには、即ち、セラミックス部材の組織中には、アルミニウム系材料が充填される。そして、アルミニウム系材料を冷却・固化することによって、母材112が作製される。

【0173】次いで、中空円筒形の母材112の内面を研磨する。その後、この研磨面に、 $Al_2O_3$ に $TiO_2$ を約2.5重量%混合した粒径が約 $10 \mu m$ の混合粉末を真空溶射法によって溶融状態で吹き付け、固化させる。これによって、厚さ約0.2mmのセラミックス層113を溶射法にて形成することができる。尚、セラミックス層113の形成の前に、溶射下地層として例えばアルミニウムを約5重量%含んだニッケル(Ni-5重量%Al)を溶射しておき、この溶射下地層上にセラミックス層113を溶射法にて形成してもよい。

【0174】尚、図14の(B)の模式的な断面図に示すように、セラミックス層を溶射法でなくロウ付け法によって母材112の表面に設けてもよい。この場合には、焼結法にて作製された $Al_2O_3$ 製セラミックス環状部材から成るセラミックス層116を、例えば、約 $600^\circ C$ の温度にてAl-Mg-Ge系のロウ材117を用いたロウ付け法にて母材112の表面に取り付けられ

ばよい。

【0175】このようにして得られた側壁21Aにおいては、多孔質のコージエライトセラミックス・ファイバーボードにA180体積%-Si20体積%のアルミニウム系材料を充填して得られた材料で母材112が構成されており、母材112の線膨張率はセラミックス層113の線膨張率に近い値となっている。従って、側壁21Aの加熱・冷却による母材112とセラミックス層113の伸縮の度合いは殆ど同じである。それ故、これらの材料間の線膨張率の差に起因して、高温加熱時や高温から常温に側壁21Aを戻したときにセラミックス層113に割れ等の損傷が発生することを確実に回避することができる。また、複合材料111は優れた熱伝導性を有するので、ヒータ114によって側壁21Aを効率よく加熱することができる。

【0176】尚、実施の形態1にて説明した基体処理装置であるプラズマCVD装置(図8参照)において、側壁61Aを、アルミニウム製ブロックから作製する代わりに、複合材料111にて作製すれば、係る基体処理装置を用いて本発明の第2の態様に係る基体処理方法(プラズマCVD処理)を実行することができる。

【0177】実施の形態10においては、ヒータ114によって側壁21Aを $350^\circ C$ まで加熱した状態で、しかも、実施の形態1にて説明した基体載置ステージ10上にシリコン半導体基板40を保持・固定した状態で、実施の形態1と同様の条件でCu膜等のエッチング処理を行ったが、セラミックス層113に割れ等の損傷が発生することはなかった。また、側壁21Aを $350$



・Cまで加熱したので、側壁21Aの表面にアリカーサーが堆積することを防止できた。尚、一般的には、側壁21Aの温度は基体の温度以上とすることが、側壁21Aの表面にアリカーサー等が堆積することを防止する上で望ましい。

【0178】あるいは又、実施の形態10においては、ヒータ114によって側壁21Aを400°Cまで加熱した状態で、しかも、実施の形態1にて説明した基体載置ステージ10上にシリコン半導体基板40を保持・固定した状態で、実施の形態4と同様の条件でCVD処理を行なったが、セラミックス層113に割れ等の損傷が発生することはなかった。また、側壁21Aを400°Cまで加熱したので、側壁21Aの表面に堆積物が堆積することを防止できた。

【0179】尚、実施の形態10においては、実施の形態1にて説明した基体載置ステージ10を備えた基体処理装置を使用した。場合によっては、従来の基体載置ステージ、あるいは実施の形態2や実施の形態3にて説明した基体載置ステージ10A、10Bを備えた基体処理装置の側壁や天板を本発明の複合材料から構成してもよい。

【0180】（実施の形態11）実施の形態11は実施の形態10の変形である。実施の形態11が実施の形態10と相違する点は、複合材料における母材を構成するセラミックス部材の組成を窒化アルミニウムとし、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとした点にある。

【0181】複合材料111Aによって構成される基体処理装置の一部である実施の形態11における側壁21Aの模式的な断面図を、図15の(A)に示す。この側壁21Aも複合材料111Aから構成されている。この複合材料111Aは、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材112Aと、この母材112Aの表面に設けられたセラミックス層113Aとから成る。母材112Aの形状は中空円筒形である。また、実施の形態10と異なり、母材112Aの外面には、PBNヒータから成るヒータ114Aが取り付けられている。これによって、母材112Aを常温から約400°Cまでの範囲内で温度制御することが可能となる。

【0182】実施の形態11においては、母材112Aを構成するセラミックス部材の組成を窒化アルミニウム(AlN)とした。また、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム(Al)とした。 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足するように窒化アルミニウムとアルミニウムとの容積比は決定されており、具体的には、窒化アルミニウム/アルミニウムの容積比は70/30である。尚、母材112Aの線膨張率は、100~300°Cにおける平均値で、 $8.7 \times 10^{-6}/K$ である。即ち、 $\alpha_1 = 8.7$ である。セラミックス層1

13Aを構成する材料を、TiO<sub>2</sub>が約1.5重量%添加されたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とした。セラミックス層113Aは、溶射法にて母材112Aの表面に形成されている。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の線膨張率は約 $8 \times 10^{-6}/K$ であるが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiO<sub>2</sub>を添加することによって、その線膨張率は、100~300°Cにおける平均値で、約 $8 \times 10^{-6}/K \sim 9 \times 10^{-6}/K$  ( $\alpha_2 = \text{約} 8 \sim 9$ )となり、母材112Aの線膨張率 $\alpha_1$ とほぼ同じ値となる。これによって、母材112Aの高温加熱などによる温度変化によって、セラミックス層113Aに割れ等の損傷が発生することを効果的に防止し得る。

【0183】複合材料111Aによって構成される基体処理装置の一部である側壁21Aの作製方法を例にとり、以下、説明する。複合材料111Aは、基本的には、実施の形態10と同様に、(A)セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、(B)母材の表面にセラミックス層を設ける工程から作製される。実施の形態11においては、この工程(A)は、非加圧金属浸透法に基づき、窒化アルミニウム粒子から成形されたセラミックス部材に溶融したアルミニウムを組成としたアルミニウム系材料を非加圧状態にて浸透させる工程から成る。

【0184】具体的には、平均粒径10 $\mu$ mのAlN粒子を泥漿成形法にて成形した後、約800°Cの温度で焼成を行うことによって、AlN粒子を成形したプリフォームであるセラミックス部材を作製する。尚、セラミックス部材には、必要に応じて各種の配管等を取り付けるためのフランジや孔部を設けておく。そして、この中空円筒形のセラミックス部材を約800°Cに予備加熱しておき、約800°Cに加熱して溶融したアルミニウムを非加圧でセラミックス部材に浸透させる。これによって、AlN70体積%-Al30体積%の構成の母材112Aを作製することができる。次いで、母材112Aを成形加工して、例えば中空円筒形の側壁21Aの形状とする。次いで、このようにして得られた母材112Aの内面を研磨する。その後、この研磨面に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiO<sub>2</sub>を約1.5重量%混合した粒径が約10 $\mu$ mの混合粉末を真空溶射法によって溶融状態で吹き付け、固化させる。これによって、厚さ約0.2mmのセラミックス層113Aを形成することができる。その後、母材112Aの外面にPBNヒータから成るヒータ114Aを取り付け、側壁21Aを得る。尚、セラミックス層113Aの形成の前に、溶射下地層として例えばアルミニウムを約5重量%含んだニッケル(Ni-5重量%Al)を溶射しておき、この溶射下地層上にセラミックス層113Aを溶射法にて形成してもよい。

【0185】このようにして作製された側壁21Aにおいては、セラミックス層113Aの線膨張率 $\alpha_2$ が母材112Aの線膨張率 $\alpha_1$ とほぼ同じ値となっている。そ

れ故、母材112Aの高温加熱などによる温度変化によっても、セラミックス層113Aに割れ等の損傷は発生しない。また、実施の形態11の複合材料の製造方法、基体処理装置の作製方法、基体載置ステージの作製方法にあっては、窒化アルミニウムとアルミニウムとの容積比を調整することによって、更には、必要に応じて、 $Al_2O_3$ から成るセラミックス層113Aにおける $TiO_2$ の添加率を調整することによって、母材112Aの線膨張率 $\alpha_1$ とセラミックス層113Aの線膨張率 $\alpha_2$ を、 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足する関係とすること、側壁21Aの温度変化に起因するセラミックス層113Aの割れ等の損傷発生を効果的に防止することができる。

【0186】尚、図15の(B)の模式的な断面図に示すように、セラミックス層を溶射法でなくロウ付け法によって母材112Aの表面に設けてもよい。この場合には、焼結法にて作製された $Al_2O_3$ 製セラミックス環状部材から成るセラミックス層116Aを、例えば、約600°Cの温度にてA1-Mg-Ge系のロウ材117Aを用いたロウ付け法にて母材の表面に取り付けばよい。

【0187】複合材料111Aによって構成される基体処理装置の一部である側壁21Aを備えた、本発明の第2の態様に係る基体処理装置である実施の形態11のドライエッチング装置は、配管15及びこれに関連する設備を除き、図13に概念図を示した実施の形態10にて説明したドライエッチング装置と実質的に同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

【0188】尚、実施の形態4にて説明した基体処理装置であるプラズマCVD装置(図8参照)において、側壁61Aを、アルミニウム製ブロックから作製する代わりに、複合材料111Aにて作製すれば、係る基体処理装置を用いて本発明の第2の態様に係る基体処理方法(プラズマCVD処理)を実行することができる。

【0189】実施の形態11においては、ヒータ114Aによって側壁21Aを400°Cまで加熱した状態で、しかも、実施の形態2にて説明した基体載置ステージ10A上にシリコン半導体基板40を保持・固定した状態で、実施の形態1と同様の条件でCu膜等のエッチング処理を行ったが、セラミックス層113Aに割れ等の損傷が発生することはなかった。また、側壁21Aを400°Cまで加熱したので、側壁21Aの表面にアリカーサーが堆積することを防止できた。

【0190】あるいは又、実施の形態11においては、ヒータ114Aによって側壁21Aを500°Cまで加熱した状態で、しかも、実施の形態2にて説明した基体載置ステージ10A上にシリコン半導体基板40を保持・固定した状態で、実施の形態4と同様の条件でCVD処理を行ったが、セラミックス層113Aに割れ等の損傷が発生することはなかった。また、側壁21Aを50

0°Cまで加熱したので、側壁21Aの表面に堆積物が堆積することを防止できた。

【0191】尚、実施の形態11においては、実施の形態2にて説明した基体載置ステージ10を備えた基体処理装置を使用した。場合によっては、従来の基体載置ステージ、あるいは実施の形態1や実施の形態3にて説明した基体載置ステージ10、10Bを備えた基体処理装置の側壁や天板を本発明の複合材料から構成してもよい。また、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとする代わりに、アルミニウム及びケイ素とすることができる。アルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素(例えば、Al80体積%-Si20体積%)とすることによって、母材の線膨張率を $\alpha_1$ を制御することが可能となり、一層セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ との差を小さくすることが可能となる。また、セラミックス層を $Al_2O_3$ から構成する代わりに、窒化アルミニウム(AlN)から構成してもよい。

【0192】(実施の形態12) 実施の形態12も実施の形態10の変形である。実施の形態12が実施の形態10と相違する点は、複合材料における母材を構成するセラミックス部材の組成を炭化ケイ素とし、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとした点にある。

【0193】複合材料によって構成される基体処理装置の一部である実施の形態12における側壁の模式的な断面図は、図15の(A)あるいは図15の(B)に示したと同様の構造を有する。

【0194】実施の形態12においては、母材112Aを構成するセラミックス部材の組成を炭化ケイ素(SiC)とした。また、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム(Al)とした。 $(\alpha_1-3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1+3)$ を満足するように炭化ケイ素とアルミニウムとの容積比は決定されており、具体的には、炭化ケイ素/アルミニウムの容積比は70/30である。

尚、母材112Aの線膨張率は、100~300°Cにおける平均値で、 $6.2 \times 10^{-6}/K$ である。即ち、 $\alpha_1=6.2$ である。セラミックス層113Aを構成する材料を $Al_2O_3$ とした。セラミックス層113Aは、溶射法にて母材112Aの表面に形成されている。 $Al_2O_3$ の線膨張率は、100~300°Cにおける平均値で、約 $8 \times 10^{-6}/K$ ( $\alpha_2 \approx 8$ )である。従って、母材112Aの線膨張率 $\alpha_1$ に近い値であり、母材112Aの高温加熱などによる温度変化によって、セラミックス層113Aに割れ等の損傷が発生することを効果的に防止し得る。

【0195】複合材料111Aによって構成される基体処理装置の一部である側壁21Aの作製方法は、実施の形態10にて説明した高圧鋳造法あるいは実施の形態11にて説明した非加圧金属浸透法に基づき作製することができるので、詳細な説明は省略する。尚、平均粒径1

5 $\mu$ mのSiC粒子と平均粒径60 $\mu$ mのSiC粒子とを容積比で1:4にて混合したものを泥漿成形法にて成形した後、約800°Cの温度で焼成を行うことによって、SiC粒子を成形したアリフォームであるセラミックス部材を作製する。尚、セラミックス部材には、必要に応じて各種の配管等を取り付けるためのフランジや孔部を設けておく。そして、この中空円筒形のセラミックス部材を約800°Cに予備加熱しておき、約800°Cに加熱して溶融したアルミニウムをセラミックス部材に浸透させる。これによって、SiC70体積%-Al130体積%の構成の母材112Aを作製することができる。あるいは又、所定の形状に成形されたSiCから成るアリフォームを用意し、このアリフォームから成るセラミックス部材を約800°Cに予備加熱し、続いて、容器（鋳型）内に約800°Cに加熱して溶融状態としたアルミニウムを流し込み、容器（鋳型）内に約1トン/cm<sup>2</sup>の高圧を加える高圧鋳造法を実行することによって、側壁21Aを作製することもできる。

【0196】尚、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウムとしたが、その代わりに、母材を構成するアルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素（例えば、Al80体積%-Si20体積%）とすることができる。アルミニウム系材料の組成をアルミニウム及びケイ素とすることによって、母材の線膨張率を $\alpha_1$ を制御することが可能となり、一層セラミックス層の線膨張率 $\alpha_2$ との差を小さくすることが可能となる。また、セラミックス層をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から構成する代わりに、窒化アルミニウム（AlN）から構成してもよい。

【0197】（実施の形態13）実施の形態13は、本発明の複合材料及びその製造方法、本発明の第3の態様に係る基体処理装置及びその作製方法、基体載置ステージ及びその作製方法、並びに、本発明の第3の態様に係る基体処理方法（プラズマエッチング処理）に関する。

【0198】即ち、実施の形態13における母材は、実施の形態1と同様に、コージエライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから構成されている。あるいは又、基体を処理するための処理装置の一部を構成する複合材料は、コージエライトセラミックスから成るセラミックス部材の組織中に、アルミニウム及びケイ素から成るアルミニウム系材料が充填された母材と、この母材の表面に設けられたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から成るセラミックス層とから成る複合材料から構成されている。こ

で、実施の形態13の基体処理装置においては、基体に対してプラズマエッチング処理が行われる。尚、複合材料によって構成される基体処理装置の一部は、基体処理装置内に配設された平行平板の上部対向電極である。

【0199】複合材料によって基体処理装置の一部（平行平板の上部対向電極）が構成された、本発明の第3の態様に係る基体処理装置である実施の形態13の基体処理装置（ドライエッチング装置20Dであり、以下、単にエッチング装置20Dと略称する）の概念図を図16に示す。また、上部対向電極の模式的な断面図を図17の（A）に示す。

【0200】このエッチング装置20Dにおいては、下部電極に相当する基体載置ステージ10と対向して、チャンバー21内の上方に平行平板の上部対向電極90が配置されている。この上部対向電極90は、RF電源91に接続されている。尚、チャンバー21の側壁21A及び天板21Bは、実施の形態10～実施の形態12と同様に、複合材料111、111Aから構成されていることが好ましい。尚、場合によっては、基体載置ステージとして、実施の形態1～実施の形態3にて説明した基体載置ステージ10、10A、10Bを用いてもよいし、従来の基体載置ステージ（ウエハステージ）を用いてもよい。

【0201】実施の形態13においては、実施の形態1と同様に、母材212を構成するセラミックス部材の組成をコージエライトセラミックスとした。また、母材を構成するアルミニウム系材料の組成はアルミニウム（Al）及びケイ素（Si）である。実施の形態13においては、アルミニウム系材料を基準として、アルミニウム系材料にはケイ素が20体積%含まれている。尚、セラミックス部材は、コージエライトセラミックス粉末とコージエライトセラミックス繊維との混合物の焼成体であり、この焼成体におけるコージエライトセラミックス繊維の割合を5体積%とした。ここで、コージエライトセラミックス粉末の平均粒径は10 $\mu$ mであり、コージエライトセラミックス繊維の平均直径は3 $\mu$ mであり、平均長さは1mmである。セラミックス部材の空孔率は約50%であり、空孔径は約1乃至2 $\mu$ mである。従って、コージエライトセラミックス/アルミニウム系材料の容積比は約1/1である。このような構成の母材212の線膨張率は、100～300°Cにおける平均値で、約10.6 $\times 10^{-6}$ /Kである。即ち、 $\alpha_1=10.6$ である。また、コージエライトセラミックス/アルミニウム系材料の容積比が約1/1であるが故に、母材212は、純粋なセラミックスの電気伝導度や熱伝導度よりも金属に近づいた値を有する。従って、このような母材212から作製された上部対向電極90には、高周波も問題なく印加することができる。

【0202】セラミックス層213を構成する材料を、TiO<sub>2</sub>が約2.5重量%添加されたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とした。

厚さ約0.2mmのセラミックス層213は、溶射法にて母材212の表面に形成されている。このような組成のセラミックス層213の線膨張率は、100~300°Cにおける平均値で、約 $9 \times 10^{-6}/K$ である。従って、 $\alpha_1$ は約9であり、セラミックス層213の線膨張率 $\alpha_2$ は $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_2 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足している。尚、 $Al_2O_3$ それ自体の線膨張率は約 $8 \times 10^{-6}/K$ である。

【0203】上部対向電極90の内部には、公知のシーズヒータから成るヒータ214が配設されている。ヒータ214は、ヒータ本体(図示せず)と、ヒータ本体の外側に配設されそしてヒータ本体を保護する鞘管(図示せず)から構成されている。そして、ヒータ214は、図示しない配線を介して電源92に接続されている。ヒータ214の熱膨張は、上部対向電極90に影響を与える。従って、セラミックス層213や母材212の線膨張率に近い値を有する材料を用いることが好ましい。具体的には、チタンやステンレススチール等、線膨張率が $9 \times 10^{-6}/K \sim 12 \times 10^{-6}/K$ の材料から作製された鞘管を用いることが好ましい。即ち、ヒータ214を構成する材料(母材212と接する鞘管の材料)の線膨張率 $\alpha_1$ [単位: $10^{-6}/K$ ]は、 $(\alpha_1 - 3) \leq \alpha_1 \leq (\alpha_1 + 3)$ を満足することが好ましい。尚、ヒータ214の本体の線膨張率は、上部対向電極90に影響を与えることがないので、特に制限されない。

【0204】複合材料によって構成される基体処理装置の一部である実施の形態13における上部対向電極90の作製方法を、以下、説明する。複合材料211は、

(A)セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料を充填し、以て、セラミックス部材の組織中にアルミニウム系材料が充填された母材を作製する工程と、(B)母材の表面にセラミックス層を設ける工程から作製される。実施の形態13においては、この工程(A)は、容器(鋳型)の中に多孔質のコージエライトセラミックスを組成としたセラミックス部材を配し、容器(鋳型)内に溶融したアルミニウムとケイ素とを組成としたアルミニウム系材料を流し込み、高圧鋳造法にてセラミックス部材中にアルミニウム系材料を充填する工程から成る。

【0205】実施の形態13においても、セラミックス部材である多孔質のコージエライトセラミックスとして、コージエライトセラミックス粉体とコージエライトセラミックス繊維とを焼結して得られる焼結体である多孔質の環状のファイバーボードを用いた。尚、ファイバーボードは、実施の形態1と同様のものを使用した。上部対向電極90を作製するには、先ず、所定の形状(直方形)に成形された第1のファイバーボードを用意する。この第1のファイバーボードには、ヒータ214を配設するための溝を加工しておく。また、第1のファイバーボードとは別の第2のファイバーボードを用意しておく。そして、容器(鋳型)の底部に第1のファイバー

ボードを配し、更に、第1のファイバーボードに設けられた溝内にヒータ214を配置する。次に、第1のファイバーボード上に第2のファイバーボードを乗せる。そして、ファイバーボードを約800°Cに予備加熱しておき、続いて、容器(鋳型)内に約800°Cに加熱して溶融状態としたアルミニウム系材料( $Al_80$ 体積%- $Si_20$ 体積%)を流し込む。そして、容器(鋳型)内に約1トン/cm<sup>2</sup>の高圧を加える高圧鋳造法を実行する。その結果、多孔質のファイバーボードには、即ち、セラミックス部材の組織中には、アルミニウム系材料が充填される。そして、アルミニウム系材料を冷却・固化することによって、母材212が作製される。

【0206】次いで、直方形の母材212の表面を研磨する。その後、この研磨面に、 $Al_2O_3$ に $TiO_2$ を約2.5重量%混合した粒径が約10 $\mu m$ の混合粉末を真空溶射法によって溶融状態で吹き付け、固化させる。これによって、厚さ約0.2mmのセラミックス層213を溶射法にて形成することができる。尚、セラミックス層213の形成の前に、溶射下地層として例えばアルミニウムを約5重量%含んだニッケル( $Ni-5$ 重量% $Al$ )を溶射しておき、この溶射下地層上にセラミックス層213を溶射法にて形成してもよい。

【0207】尚、図17の(B)の模式的な断面図に示すように、セラミックス層を溶射法でなくロウ付け法によって母材212の表面に設けてもよい。この場合には、焼結法にて作製された $Al_2O_3$ 製セラミックス板から成るセラミックス層216を、例えば、約600°Cの温度にて $Al-Mg-Ge$ 系のロウ材217を用いたロウ付け法にて母材212の表面に取り付けられればよい。

【0208】このようにして得られた上部対向電極90にあつては、多孔質のコージエライトセラミックス・ファイバーボードに $Al_80$ 体積%- $Si_20$ 体積%のアルミニウム系材料を充填して得られた材料で母材212が構成されており、母材212の線膨張率はセラミックス層213の線膨張率に近い値となっている。従って、上部対向電極90の加熱・冷却による母材212とセラミックス層213の伸縮の度合いは殆ど同じである。それ故、これらの材料間の線膨張率の差に起因して、高温加熱時や高温から常温に上部対向電極90を戻したときにセラミックス層213に割れ等の損傷が発生することを確実に回避することができる。また、複合材料211は優れた熱伝導性を有するので、ヒータ214によって上部対向電極90を効率よく加熱することができる。

【0209】実施の形態13においては、シリコン半導体基板の上に形成された $SiO_2$ から成る下地絶縁層に溝配線用の溝を形成した。下地絶縁層のドライエッチング条件を、以下の表6に例示する条件とした。ヒータ214及びヒータ114によって上部対向電極90及び側壁21A、天板21Bの温度を400°Cとした。

【0210】

【表6】

エッチングガス	: $C_4F_8/CF_4/CO/Ar/O_2$ = 10/2/50/150/2sccm
圧力	: 3Pa
電源90からのパワー	: 1500W (24MHz)
電源32からのパワー	: 800W (2MHz)
シリコン半導体基板温度	: 50°C
上部対向電極の温度	: 400°C
側壁及び天板の温度	: 400°C

【0211】このようなエッチング処理によっても、上部対向電極90及び側壁21A、天板21Bを構成するセラミックス層113、213に割れ等の損傷が発生することはなかった。また、従来のエッチング装置においては、放電時に生成したフルオロカーボンポリマーのアリカーサーが、上部対向電極やチャンバーの側壁に堆積することに起因して、エッチング処理中にプラズマ中の炭素/フッ素比が変動してしまう。然るに、実施の形態13においては、上部対向電極90及び側壁21A、天板21Bを高温に加熱・保持することができるので、アリカーサーが上部対向電極やチャンバーの側壁、天板に堆積することを効果的に防止することができる。その結果、エッチング処理中にプラズマ中の炭素/フッ素比が変動してしまうことを抑制することができ、高い精度で安定したドライエッチング処理を行うことができる。しかも、上部対向電極やチャンバーの側壁、天板にフルオロカーボンポリマーが殆ど堆積することがないので、エッチング処理の回数を重ねても、パーティクルレベルが悪化することもない。

【0212】尚、上部対向電極は、実施の形態2において説明した複合材料の製造方法に基づき、母材を構成するセラミックス部材の組成が窒化アルミニウムであり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成がアルミニウム又はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料が $Al_2O_3$ 又は $AlN$ である複合材料から作製することもできる。

【0213】あるいは又、上部対向電極は、実施の形態3において説明した複合材料の製造方法に基づき、母材を構成するセラミックス部材の組成が炭化ケイ素であり、母材を構成するアルミニウム系材料の組成がアルミニウム又はアルミニウムとケイ素であり、セラミックス層を構成する材料が $Al_2O_3$ 又は $AlN$ である複合材料から作製することもできる。

【0214】以上、本発明を、発明の実施の形態に基づき説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。発明の実施の形態1においては、母材中にヒータを埋設したが、セラミックス層が設けられた側とは反対側の母材の面にヒータを取り付けてもよい。また、発明の実施の形態2や発明の実施の形態3にて説明した母材中にヒータや配管を埋設してもよい。発明の実施の形態にて説明した、ドライエッチング装置、プラズマCVD装

10\*置、スパッタ装置の構造は例示であり、適宜設計変更することができる。また、発明の実施の形態にて説明した各種の加工条件も例示であり、適宜変更することができる。更には、複合材料の組成、コージエライトセラミックス・ファイバーボードの物性も例示であり、適宜変更することができる。

【0215】各発明の実施の形態においては、専ら、母材とセラミックス層とから複合材料によって基体載置ステージ、基体処理装置の側壁あるいは上部対向電極を構成したが、このような構成に限定されるものではない。即ち、複合材料と金属材料あるいは金属化合物材料との組み合わせに基づき、基体載置ステージ、基体処理装置の側壁あるいは上部対向電極を作製することもできる。

【0216】図18及び図19には、アルミニウム製の円盤状部材18に複合材料11Cをロウ付け法又はビス止めにて固定して作製された基体載置ステージ10Cの模式的な断面図を示す。尚、ロウ材あるいはビスは図18～図23には図示していない。図18の(A)あるいは図19の(A)においては、アルミニウム製の円盤状部材18の内部に配管15Cが配設されている。母材12Cは円盤状部材18の上面及び下面に固定されている。円盤状部材18の上面に固定された複合材料11Cの構造は、実施の形態1～実施の形態3にて説明した複合材料11、11A、11Bと同様の構造を有する。図18の(B)あるいは図19の(B)においては、アルミニウム製の円盤状部材18の下面の母材12Cが省略されている。図18の(C)あるいは図19の(C)においては、アルミニウム製の円盤状部材18の下面にPBNヒータ14Cが取り付けられている。そして、複合材料11Cが円盤状部材18の上面に固定されている。

【0217】図20～図22には、ステンレススチール製あるいはアルミニウム製の中空円筒部材18Aに複合材料111Bをロウ付け法又はビス止めにて固定して作製された基体処理装置の側壁の模式的な断面図を示す。図20の(A)あるいは(B)においては、中空円筒部材18Aの内部にヒータ114(配管であってもよい)が配設されている。母材112は中空円筒部材18Aの内面及び外面に固定されている。中空円筒部材18Aの内面(チャンバー21側)に固定された複合材料111Bの構造は、実施の形態10～実施の形態12にて説明した複合材料111、111Aと同様の構造を有する。

図21の(A)あるいは(B)においては、中空円筒部材18Aの外面の母材112が省略されている。図22の(A)あるいは(B)においては、中空円筒部材18Aの外面にPBNヒータ114Cが取り付けられている。そして、複合材料111Bが中空円筒部材18Aの内面に固定されている。

【0218】図23には、ステンレススチール製あるいはアルミニウム製の円盤状部材18Bに複合材料211Aをロウ付け法又はビス止めにて固定して作製された上部対向電極90Aの模式的な断面図を示す。円盤状部材18Bの内部にヒータ214が配設されている。複合部材211Aは円盤状部材18Bの上面及び下面に固定されている。この複合材料211Aの構造は、実施の形態13にて説明した複合材料211と同様の構造を有する。図23の(C)においては、円盤状部材18Bの上面には複合部材が省略されている。

【0219】

【発明の効果】本発明においては、複合材料を母材とセラミックス層とから構成することによって、母材はセラミックス部材とアルミニウム系材料との中間的な性質を有するものとなり、例えば線膨張率に関してもこれらの中間的な値に調整が可能となる。それ故、母材とセラミックス層との熱膨張に起因したセラミックス層の損傷発生を回避でき、複合材料を高温で確実に使用することが可能となる。その結果、例えば側壁や天板、上部対向電極といった基体処理装置の一部に、堆積物が堆積することを効果的に防止することができる。しかも、母材は高い熱伝導率を有しているため、例えば基体を効率よく加熱することが可能であるし、例えば温度制御手段によって効率よく複合材料を加熱することができる。また、従来の技術では、セラミックス層の割れ等が原因で行うことができなかった高温加熱時における高精度の温度制御を行うことができ、これにより、エッチング処理やCVD処理、スパッタ処理などの多岐に亘る半導体装置の製造プロセスを高い精度で安定して実行することができる。また、例えば、300mm程度の大径の基体載置ステージも実現可能となり、これにより将来のウエハの大径化にも十分対応が可能となる。

【0220】更には、セラミックス層が設けられているので、金属汚染の発生防止や、例えばハロゲンガスによる複合材料の腐蝕発生を効果的に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】発明の実施の形態1における基体載置ステージの模式的な断面図である。

【図2】発明の実施の形態1における基体処理装置であるドライエッチング装置の概念図である。

【図3】発明の実施の形態1における基体処理方法（プラズマエッチング処理方法）を説明するための半導体基板等の模式的な一部断面図である。

【図4】発明の実施の形態2における基体載置ステージの模式的な断面図である。

【図5】発明の実施の形態2における基体処理装置であるドライエッチング装置の概念図である。

【図6】発明の実施の形態3における基体載置ステージの模式的な断面図である。

【図7】発明の実施の形態3における基体処理装置であるドライエッチング装置の概念図である。

【図8】実施の形態4における基体処理装置であるプラズマCVD装置の概念図である。

【図9】実施の形態4における基体処理方法（プラズマCVD処理）を説明するための半導体基板等の模式的な一部断面図である。

【図10】実施の形態7における基体処理装置であるスパッタ装置の概念図である。

【図11】実施の形態7における基体処理方法（スパッタ処理）を説明するための半導体基板等の模式的な一部断面図である。

【図12】図11に引き続き、実施の形態7における基体処理方法（スパッタ処理）を説明するための半導体基板等の模式的な一部断面図である。

【図13】発明の実施の形態10における基体処理装置であるドライエッチング装置の概念図である。

【図14】発明の実施の形態10における基体処理装置であるドライエッチング装置の側壁の模式的な断面図である。

【図15】発明の実施の形態11における基体処理装置であるドライエッチング装置の側壁の模式的な断面図である。

【図16】発明の実施の形態13における基体処理装置であるドライエッチング装置の概念図である。

【図17】発明の実施の形態13における基体処理装置であるドライエッチング装置の平行平板の上部対向電極の模式的な断面図である。

【図18】本発明における基体載置ステージの変形の模式的な断面図である。

【図19】本発明における基体載置ステージの変形の模式的な断面図である。

【図20】本発明における基体処理装置であるドライエッチング装置の側壁の変形の模式的な断面図である。

【図21】本発明における基体処理装置であるドライエッチング装置の側壁の変形の模式的な断面図である。

【図22】本発明における基体処理装置であるドライエッチング装置の側壁の変形の模式的な断面図である。

【図23】本発明における基体処理装置であるドライエッチング装置の平行平板の上部対向電極の変形の模式的な断面図である。

【符号の説明】

10, 10A, 10B, 10C・・・基体載置ステージ、11, 11A, 11B, 11C, 111, 111

75

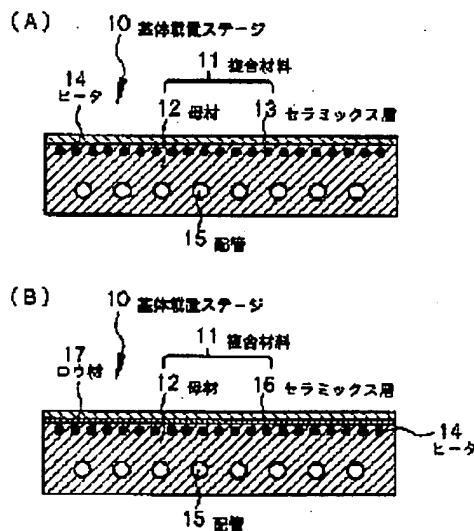
A, 111B, 211, 211A・・・複合材料、1  
2, 12A, 12B, 12C, 112, 112A, 21  
2・・・母材、13, 13A, 13B, 13C, 16,  
16A, 16B, 16C, 113, 113A, 116,  
116A, 213, 216・・・セラミックス層、1  
4, 14A, 14B, 14C, 114, 114A, 21  
4・・・ヒータ、15, 15C・・・配管、17, 17  
A, 17B, 17C, 117, 117A, 217・・・  
ロウ材、18, 18B・・・円盤状部材、18A・・・  
中空円筒部材、20, 20A, 20B, 20C, 20D 10  
・・・ドライエッチング装置、21・・・チャンパー、  
21A・・・チャンパーの側壁、21B・・・チャンパ  
ーの天板、121・・・チャンパーの天板、22, 23  
・・・RFアンテナ、24・・・マルチポール磁石、2  
5・・・ベルジャー、26・・・ソレノイドコイル・ア  
ッセンブリ、27, 29・・・マッチングネットワー  
ク、28・・・ヘリコン波プラズマ発生源、30・・・  
電源、31・・・排気口、32・・・バイアス電源、3  
3・・・直流電源、34A, 34B, 34C・・・配  
管、35・・・温度制御用熱媒体供給装置、36・・・ 20  
蛍光ファイバ温度計、37・・・制御バルブ、38・・・

76

・制御装置(PIDコントローラ)、39・・・電源、  
40・・・シリコン半導体基板、41・・・下地絶縁  
層、42, 44・・・TiN膜、43・・・Cu膜、4  
5・・・マスクパターン、46・・・下地絶縁層、47  
・・・配線、48, 48A・・・層間絶縁膜、51・・・  
チャンパー、52・・・天板、53・・・ヒータ、5  
4・・・誘導結合コイル、55・・・バイアス電源、5  
6・・・直流電源、57・・・電源、58・・・排気  
口、60・・・バイアスECR CVD装置、61・・・  
チャンパー、61A・・・側壁、61B・・・窓、6  
2・・・マイクロ波発生手段、63・・・ヒータ、64  
・・・ソレノイドコイル、65・・・ポンプ、66・・・  
RFバイアス電源、67・・・直流電源、68・・・  
電源、70・・・スパッタ装置、71・・・チャンパ  
ー、71A・・・天板、72・・・誘導結合コイル、7  
3・・・ターゲット、74, 75・・・高周波電源、7  
6・・・直流電源、77・・・電源、81・・・下地絶  
縁層、82・・・配線、83・・・層間絶縁膜、84・・・  
開口部、85・・・金属配線材料層、90, 90A  
・・・上部対向電極、91, 92・・・電源

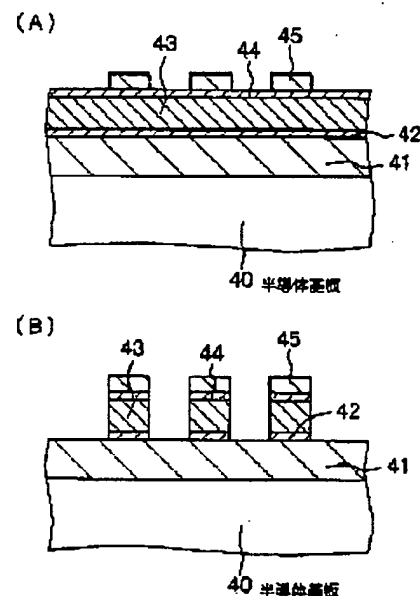
【図1】

【図1】 【発明の実施の形態1】

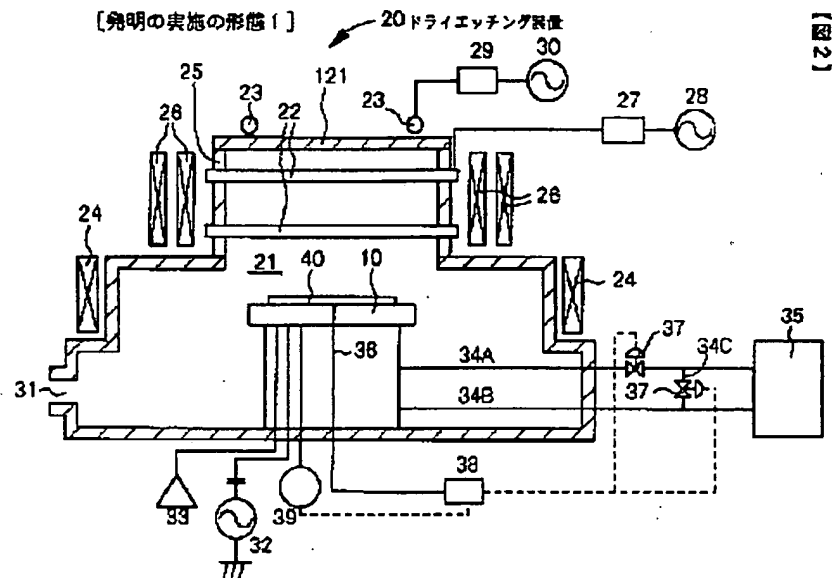


【図3】

【図3】 【発明の実施の形態1】

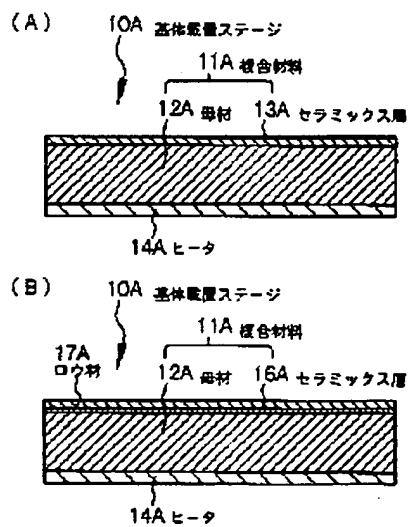


【図2】



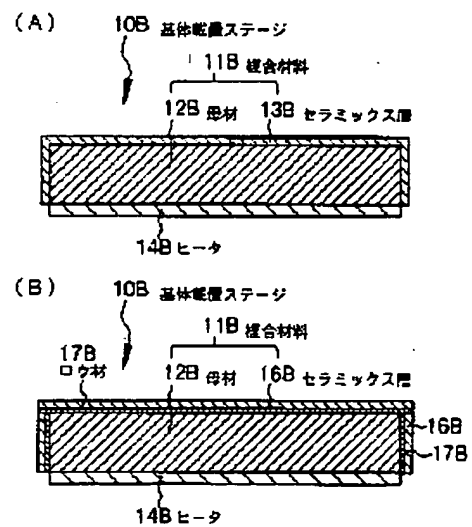
【図4】

【図4】 【発明の実施の形態2】



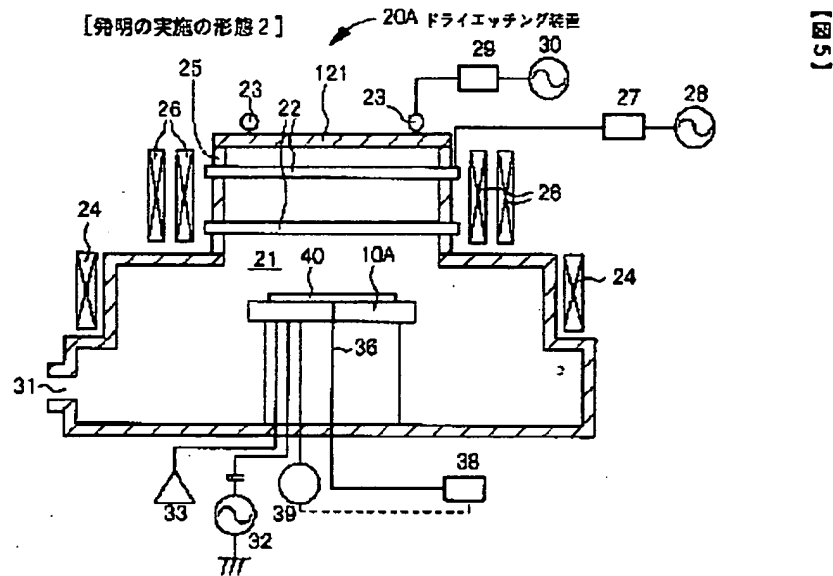
【図6】

【図6】 【発明の実施の形態3】



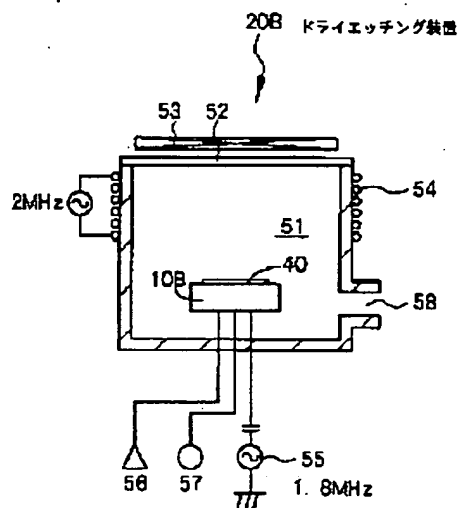


【図5】



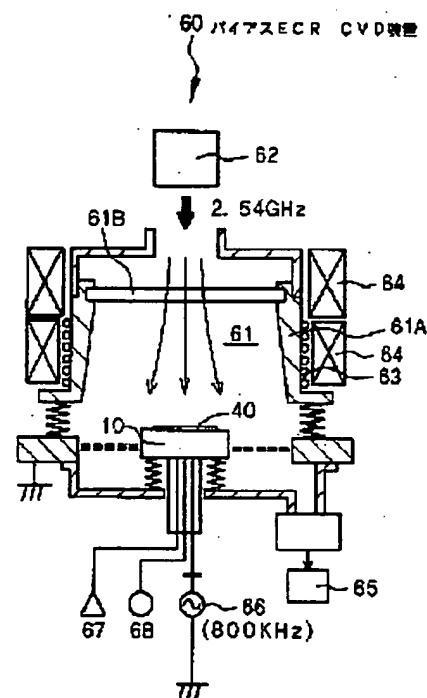
【図7】

【図7】 【発明の実施の形態3】



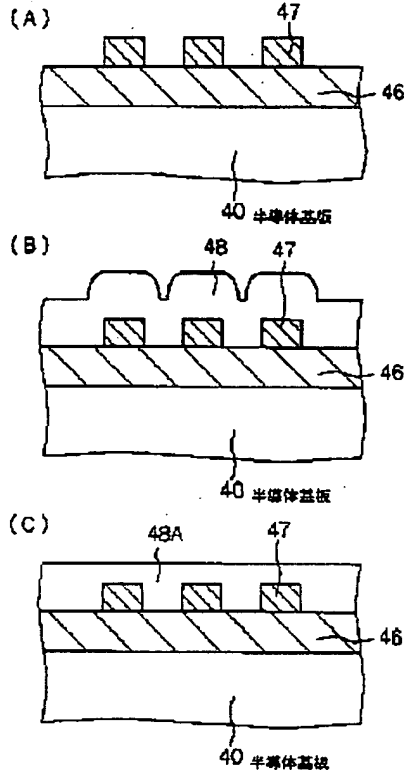
【図8】

【図8】 【発明の実施の形態4】



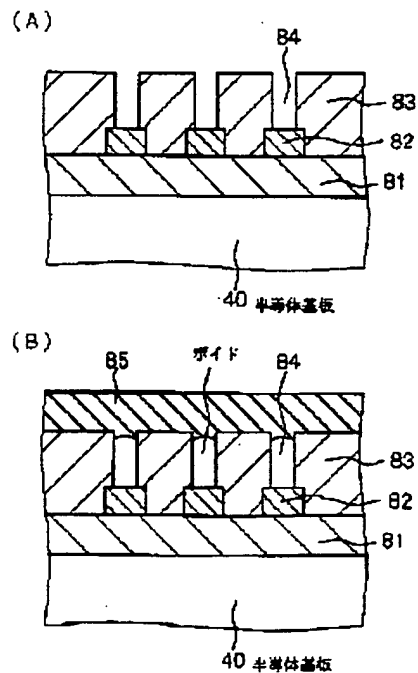
【図9】

【図9】 【発明の実施の形態4】



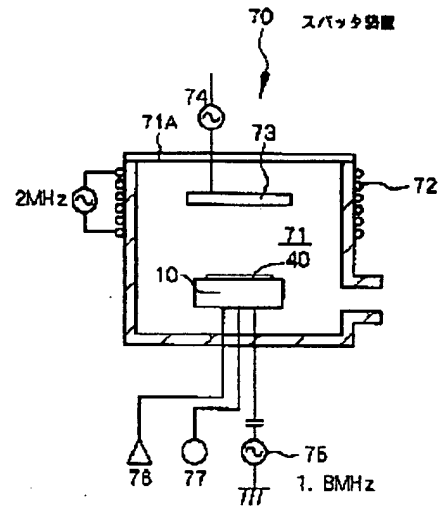
【図11】

【図11】 【発明の実施の形態7】



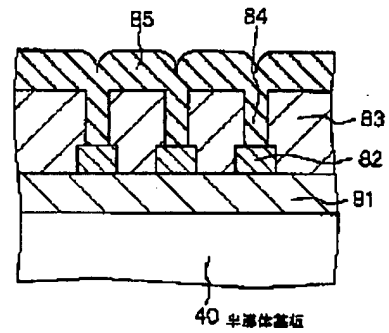
【図10】

【図10】 【発明の実施の形態7】

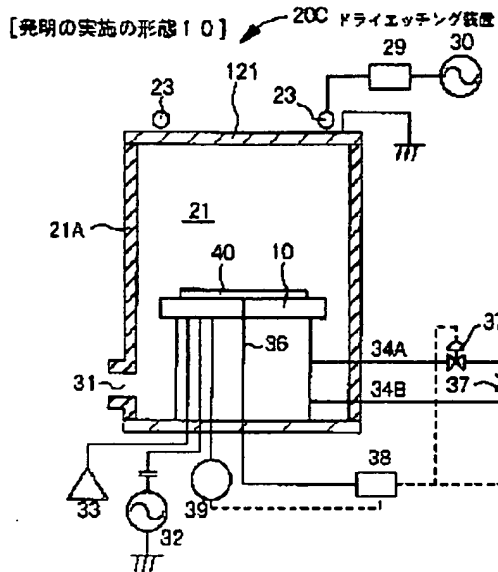


【図12】

【図12】 【発明の実施の形態7】 (続き)



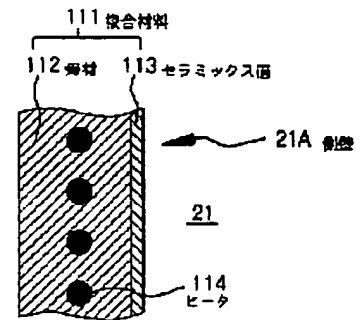
【図13】



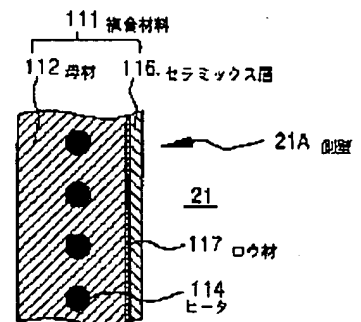
【図14】

【図14】 【発明の実施の形態10】

【図13】 (A)



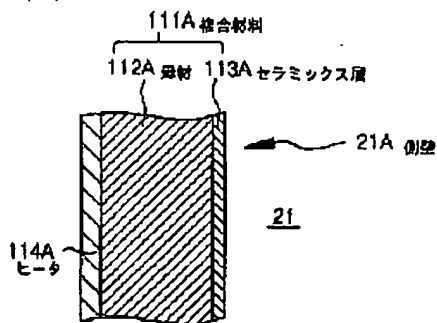
(B)



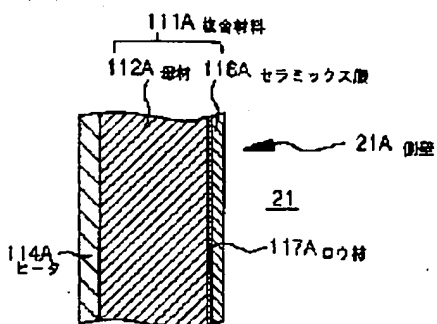
【図15】

【図15】 【発明の実施の形態11】

(A)

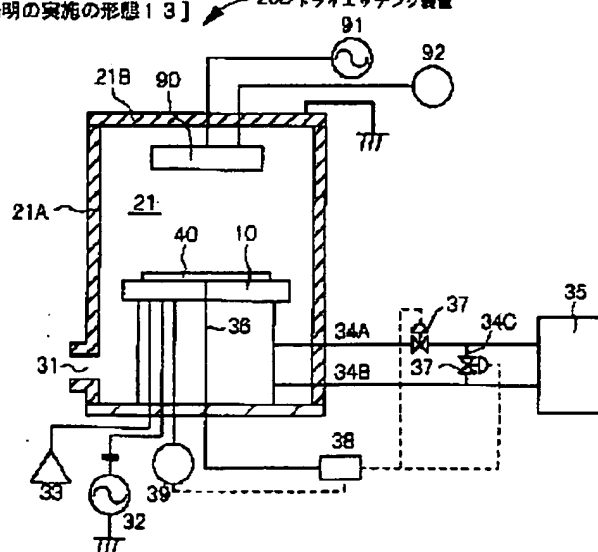


(B)



【図16】

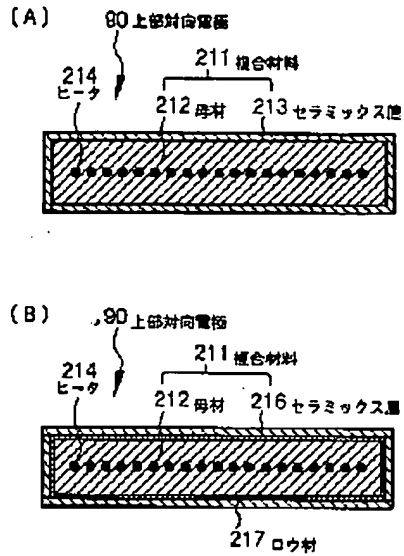
【発明の実施の形態13】 20D ドライエッチング装置



【図18】

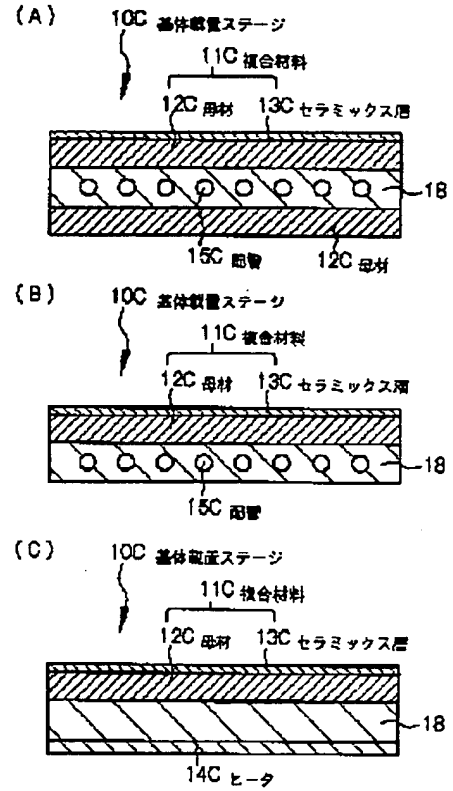
【図17】

【図17】 【発明の実施の形態13】



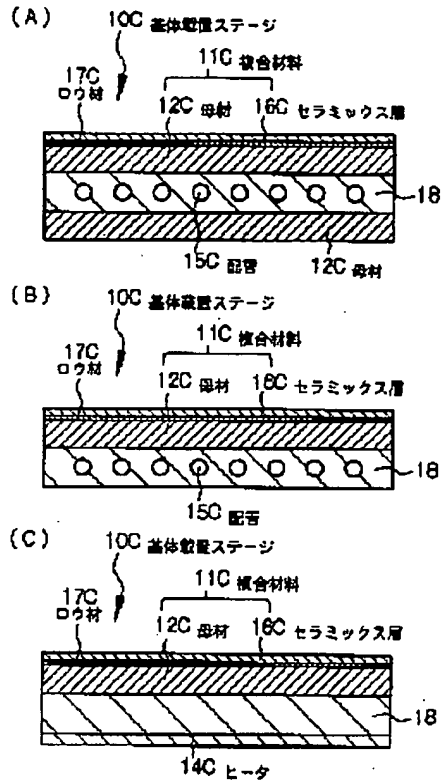
【図18】

【図18】



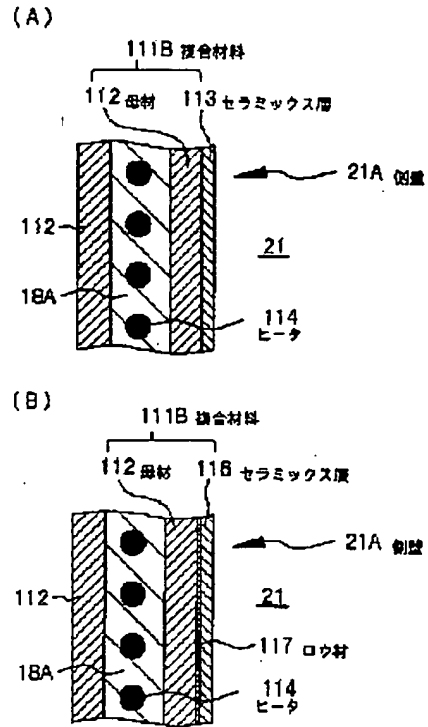
【図19】

【図19】



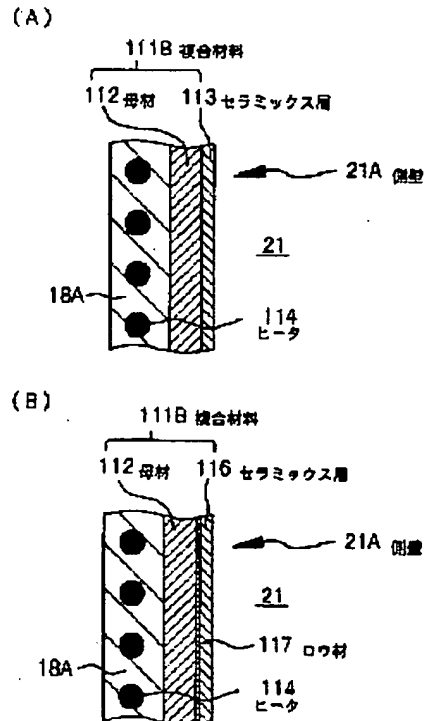
【図20】

【図20】



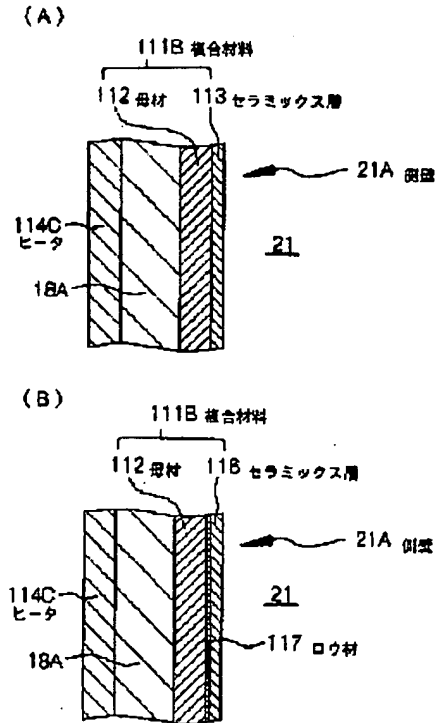
【図21】

【図21】



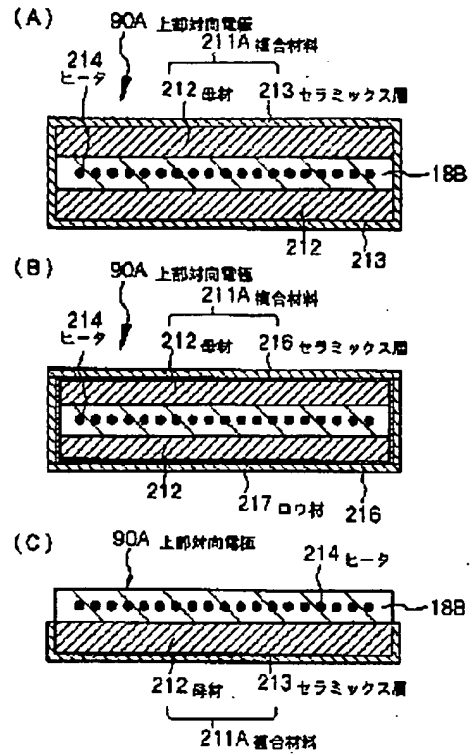
【図22】

【図22】



【図23】

【図23】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-121598

(43)Date of publication of application : 30.04.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/68  
C04B 41/87  
C04B 41/88  
H01L 21/205  
H01L 21/3065

(21)Application number : 09-258229

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 24.09.1997

(72)Inventor : KADOMURA SHINGO  
TAKATSU MEGUMI  
HIRANO SHINSUKE

(30)Priority

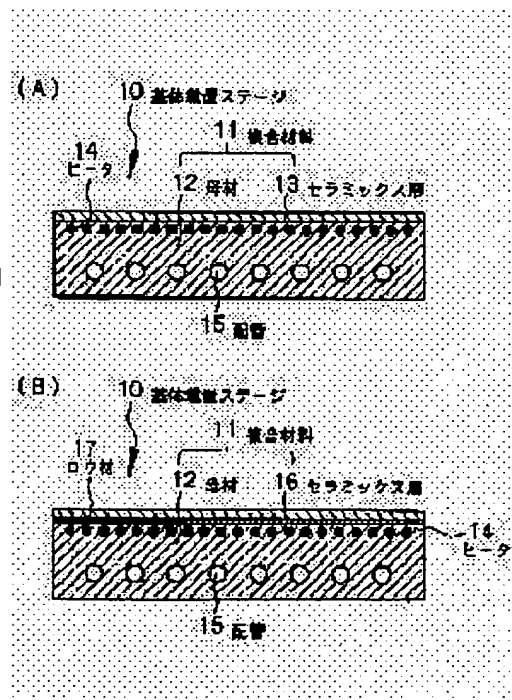
Priority number : 09 15386	Priority date : 29.01.1997	Priority country : JP
09118562	09.05.1997	
09218832	13.08.1997	JP
		JP

(54) COMPOSITE MATERIAL AND ITS MANUFACTURE, BASE-PROCESSING EQUIPMENT AND ITS FORMATION, BASE-MOUNTING STAGE AND ITS FORMATION, AND BASE-PROCESSING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a base-processing equipment which is capable of carrying out a high- temperature thermal treatment by a method, wherein material composed of a ceramic member and aluminum material filled into the structure of the ceramic member is made to serve as a mother material, a ceramic layer is provided to the surface of the mother material, and the base processing equipment is formed of the mother material with a ceramic layer provided on its surface.

SOLUTION: A base mounting stage 10 is formed of a mother material 12 (temperature control jacket) composed of a ceramic member formed of a porous cordierite ceramic fiber board and an aluminum material of 80 vol. % Al and 20 vol. % Si filled into the ceramic member, wherein the linear expansion coefficient  $\alpha_1$  of the mother material 12 is nearly equal to the linear expansion coefficient  $\alpha_2$  of a ceramic layer 13. Therefore, when the base mounting stage 10 is heated or cooled down, the mother material 10 is expanded or contracted nearly as much as the ceramic layer 13. Therefore, the ceramic layer 13 can be surely protected against damages, such as crackings or the like caused by a difference between the linear expansion coefficients  $\alpha_1$  and  $\alpha_2$ , when the base mounting stage 10 is heated up to a high temperature or cooled down to a normal temperature.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision]